

esp@cenet document view

第 1 頁, 共 1 頁

# MODULATOR AND MODULATION METHOD THEREFOR, DEMODULATOR AND DEMODULATION METHOD THEREFOR AND SERVING MEDIUM

Publication number: JP11177430

Publication date: 1999-07-02

Inventor: NAKAGAWA TOSHIYUKI

Applicant: SONY CORP

Classification:

- international: **G11B20/14; H03M7/14; H04L25/49;  
G11B20/14; H03M7/14; H04L25/49; (IPC1-  
7): H03M7/14; G11B20/14; H04L25/49**

- european:

Application number: JP19970339756 19971210

Priority number(s): JP19970339756 19971210

[Report a data error here](#)

## Abstract of JP11177430

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To conduct DSV control by restraining the degree of redundancy to a required minimum.

**SOLUTION:** An inter-block DSV calculation section 12 divides a code string into each block and applies NRZI processing to the result and calculates the block DSV by summing each block with a level '1' as +1 and with a level '0' as -1.

Results of the block DSV and those of

DSV accumulated so far are compared and whether or each block is to be inverted is decided so as to decrease the sum of the both. A DSV bit insert section 14 inserts a DSV-bit of 1 bit or 2 bits to a code string according to a prescribed rule, depending on the decision whether the block is to be inverted or non-inverted.

Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-177430

(43) 公開日 平成11年(1999)7月2日

(51) IntCl<sup>4</sup>

H03M 7/14

G11B 20/14

H04L 25/49

識別記号

341

F I

H03M 7/14

G11B 20/14

H04L 25/49

B

341A

A

審査請求 未請求 請求項の数37 O L (全 33 頁)

(21) 出願番号 特願平9-339756

(22) 出願日 平成9年(1997)12月10日

(71) 出願人 000002185

ソニー株式会社

東京都品川区北品川6丁目7番35号

(72) 発明者 中川 俊之

東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニ

ー株式会社内

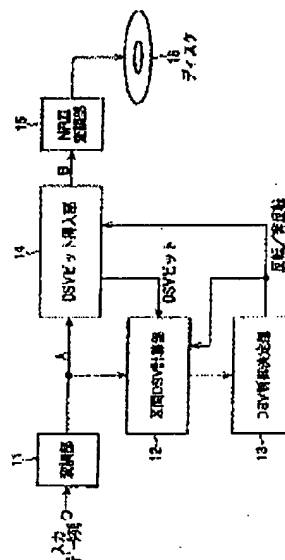
(74) 代理人 弁理士 橋本 義雄

(54) 【発明の名称】 変調装置および変調方法、復調装置および復調方法、並びに提供媒体

(57) 【要約】

【課題】 冗長度を必要最小限に抑えてDSV制御を行う。

【解決手段】 区間DSV計算部12は、符号列を各区間に分割してNRZI化し、“1”を+1、“0”を-1として加算して区間DSVを計算する。DSVビット決定部13は、区間DSVの結果と、それまでの累積DSVの結果を比較し、両者の加算値が小さくなるように、区間DSVを反転するか、そのまま非反転とするかを決定する。DSVビット挿入部14は、反転か非反転かの決定に対応して、2ビットまたは1ビットのDSVビットを、所定の規則に従って符号列に挿入する。



(2)

特開平11-177430

1

2

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 連続する“1”の間に、最小でd個、最大でk個の“0”が挿入されるRL符号列に対して、所定の長さのDSVビットを所定の区間毎に挿入し、前記DSVビットが挿入されたチャネルビット列を復調する復調装置において、前記RL符号列を所定の区間に区切り、区間DSVと、それまでの累積DSVを計算する計算手段と、前記区間DSVと前記累積DSVの加算値が0に近づくように、前記区間DSVを反転させるか、またはそのまま非反転とするかを決定する決定手段と、前記決定手段による、反転または非反転の決定に対応して、少なくとも2種類のビット数の前記DSVビットのうち所定のものを、所定の規則に従って前記RL符号列に挿入する挿入手段とを備えることを特徴とする変調装置。

【請求項2】 前記RL符号列の最小ランは1であることを特徴とする請求項1に記載の変調装置。

【請求項3】 前記挿入手段は、挿入する前記DSVビットを、前記計算手段により区切られた前の区間の前記RL符号列の、最後の少なくとも1ビットを参照して決定することを特徴とする請求項1に記載の変調装置。

【請求項4】 前記挿入手段は、挿入する前記DSVビットを、前記区間DSVを非反転とするとき1ビットとし、反転とするとき2ビットとすることを特徴とする請求項1に記載の変調装置。

【請求項5】 前記挿入手段は、前記区間DSVを非反転とする場合に挿入する1ビットの前記DSVビットを“0”とすることを特徴とする請求項4に記載の変調装置。

【請求項6】 前記挿入手段は、前記区間DSVを反転とする場合に挿入する2ビットの前記DSVビットを“10”または“01”とすることを特徴とする請求項4に記載の変調装置。

【請求項7】 前記挿入手段は、“10”または“01”の前記DSVビットのいずれを挿入するかを、前記計算手段により区切られた前の区間の前記RL符号列の、最後の1ビットを参照して決定することを特徴とする請求項6に記載の変調装置。

【請求項8】 前記挿入手段は、最後の1ビットが“0”のとき前記DSVビットを“10”とし、最後の1ビットが“1”のとき前記DSVビットを“01”とすることを特徴とする請求項7に記載の変調装置。

【請求項9】 前記挿入手段は、前記DSVビットを挿入するとき、前記RL符号列の最小ランはdのまま守り、最大ランは(k+1)を増加することを許容することを特徴とする請求項1に記載の変調装置。

【請求項10】 連続する“1”の間に、最小でd個、最大でk個の“0”が挿入されるRL符号列に対して、所定の長さのDSVビットを所定の区間毎に挿入し、前記DSVビットが挿入されたチャネルビット列を復調する復調

方法において、

前記RL符号列を所定の区間に区切り、区間DSVと、それまでの累積DSVを計算する計算ステップと、

前記区間DSVと前記累積DSVの加算値が0に近づくように、前記区間DSVを反転させるか、またはそのまま非反転とするかを決定する決定ステップと、

前記決定ステップでの、反転または非反転の決定に対応して、少なくとも2種類のビット数の前記DSVビットのうち所定のものを、所定の規則に従って前記RL符号列に挿入する挿入ステップとを備えることを特徴とする変調方法。

10 【請求項11】 連続する“1”の間に、最小でd個、最大でk個の“0”が挿入されるRL符号列に対して、所定の長さのDSVビットを所定の区間毎に挿入し、前記DSVビットが挿入されたチャネルビット列を復調する復調装置に使用するコンピュータプログラムであって、前記RL符号列を所定の区間に区切り、区間DSVと、それまでの累積DSVを計算する計算ステップと、前記区間DSVと前記累積DSVの加算値が0に近づくように、前記区間DSVを反転させるか、またはそのまま非反転とするかを決定する決定ステップと、

20 前記決定ステップでの、反転または非反転の決定に対応して、少なくとも2種類のビット数の前記DSVビットのうち所定のものを、所定の規則に従って前記RL符号列に挿入する挿入ステップとを備えるコンピュータプログラムを提供することを特徴とする提供媒体。

【請求項12】 所定の長さのDSVビットが所定の区間毎に挿入された、連続する“1”の間に、最小でd個、最大でk個の“0”が挿入されたRL符号列を復調して生成された変調符号を復調する復調装置において、変調された前記変調符号を復調する復調手段と、

前記復調手段により復調され、出力された符号列から除去する前記DSVビットを、少なくとも2種類のビット数のDSVビットを用いて判定する判定手段と、

30 前記判定手段が判定した前記DSVビットを、所定の規則に従って前記符号列から除去する除去手段とを備えることを特徴とする復調装置。

【請求項13】 前記RL符号の最小ランは1であることを特徴とする請求項12に記載の復調装置。

40 【請求項14】 前記判定手段は、除去する前記DSVビットを、少なくとも、前記区間の最後の1ビット、およびその次の2ビットの、合計3ビットを参照して判定することを特徴とする請求項12に記載の復調装置。

【請求項15】 前記判定手段は、除去する前記DSVビットを、その直前のビットが“0”か“1”かで区別することを特徴とする請求項12に記載の復調装置。

50 【請求項16】 前記判定手段は、前記区間の符号列の最後のビットが“0”のとき、続く2ビットが“00”または“01”ならば非反転のDSVビットが挿入されたと判定し、続く2ビットが“10”ならば反転のDSVビ

(3)

特開平11-177430

3

4

ットが挿入されたと判定することを特徴とする請求項1  
ちに記載の復調装置。

【請求項17】 前記判定手段は、前記区間の符号列の  
最後のビットが“1”のとき、続く2ビットが“00”  
ならば非反転のDSVビットが挿入されたと判定し、続く  
2ビットが“01”ならば反転のDSVビットが挿入され  
たと判定することを特徴とする請求項15に記載の復調  
装置。

【請求項18】 前記判定手段は、非反転のDSVビット  
として1ビットが、反転のDSVビットとして2ビットが  
挿入されたとみなして、前記DSVビットを除去する判定  
を行うことを特徴とする請求項12に記載の復調装置。

【請求項19】 所定の長さのDSVビットが所定の区間  
毎に挿入された、連続する“1”の間に、最小でd個、  
最大でk個の“0”が挿入されたRLL符号列を変調して  
生成された変調符号を復調する復調方法において、  
変調された前記変調符号を復調する復調ステップと、  
前記復調ステップで復調され、出力された符号列から除  
去する前記DSVビットを、少なくとも2種類のビット数  
のDSVビットを用いて判定する判定ステップと、  
前記判定ステップで判定した前記DSVビットを、所定の  
規則に従って前記符号列から除去する除去ステップとを  
備えることを特徴とする復調方法。

【請求項20】 所定の長さのDSVビットが所定の区間  
毎に挿入された、連続する“1”の間に、最小でd個、  
最大でk個の“0”が挿入されたRLL符号列を変調して  
生成された変調符号を復調する復調装置に使用するコン  
ピュータプログラムであって、  
変調された前記変調符号を復調する復調ステップと、  
前記復調ステップで復調され、出力された符号列から除  
去する前記DSVビットを、少なくとも2種類のビット数  
のDSVビットを用いて判定する判定ステップと、  
前記判定ステップで判定した前記DSVビットを、所定の  
規則に従って前記符号列から除去する除去ステップとを  
備えるコンピュータプログラムを提供することを特徴と  
する提供媒体。

【請求項21】 連続する“1”の間に、最小でd個、  
最大でk個の“0”が挿入されたRLL符号列に対して、  
所定の長さのDSVビットを所定の区間毎に挿入し、前記DSV  
ビットが挿入されたチャネルビット列を変調する変調  
装置において、  
前記RLL符号列を所定の区間に区切り、区間DSVと、それ  
までの累積DSVを計算する計算手段と、  
前記計算手段が計算した結果に対応して、前記区間DSV  
と前記累積DSVの加算値が0に近づくように、前記区間DSV  
を反転させるか、またはそのまま非反転とするかを決定  
する決定手段と、  
前記決定手段による、前記反転または非反転の決定に対  
応して、dビットのビット数の前記DSVビットを、所定の  
規則に従って前記RLL符号列に挿入する挿入手段とを

備えることを特徴とする変調装置。

【請求項22】 前記RLL符号の最小ランは1である  
ことを特徴とする請求項21に記載の変調装置。

【請求項23】 前記挿入手段は、前記DSVビットを挿  
入する場合に、前記計算手段により区切られた前の区間  
の前記RLL符号列の最後の1ビット、およびその次の2  
ビットの、合計3ビットを参照することを特徴とする請  
求項21に記載の変調装置。

【請求項24】 前記挿入手段は、非反転の場合に、挿  
入する前記DSVビットを“0”とすることを特徴とする  
請求項21に記載の変調装置。

【請求項25】 前記挿入手段は、反転の場合に、DSV  
制御により最小ランが与えられるときは、前記DSVビ  
ットを“1”とすることを特徴とする請求項21に記載の変  
調装置。

【請求項26】 前記挿入手段により前記DSVビットが  
挿入されるとき、前記計算手段により区切られた前の区  
間の前記RLL符号列の最後の1ビット、または前記計算  
手段により区切られた後の区間の符号列の最初の1ビ  
ットを、“0”から“1”に変換する変換手段をさらに備  
えることを特徴とする請求項21に記載の変調装置。

【請求項27】 前記挿入手段は、反転の場合に、DSV  
制御により最小ランが与られないときは、最小ランを与  
えることを優先して前記DSVビットを“0”として挿入  
し、

前記変換手段は、前記DSVビットが挿入された符号列に  
対し、DSV制御による反転を行うために、前記計算手段  
により区切られた前の区間の前記RLL符号列の最後の1  
ビット、またはその2つ後の1ビットのどちらか一方  
を“1”に変換することを特徴とする請求項26に記載  
の変調装置。

【請求項28】 前記挿入手段は、前記DSVビットを挿  
入するとき、前記RLL符号の最小ランはdのまま守り、  
最大ランは(k+1)を増加することを許容することを  
特徴とする請求項21に記載の変調装置。

【請求項29】 連続する“1”の間に、最小でd個、  
最大でk個の“0”が挿入されたRLL符号列に対して、  
所定の長さのDSVビットを所定の区間毎に挿入し、前記DSV  
ビットが挿入されたチャネルビット列を変調する変調  
方法において、

前記RLL符号列を所定の区間に区切り、区間DSVと、それ  
までの累積DSVを計算する計算ステップと、  
前記区間DSVと前記累積DSVの加算値が0に近づくよう  
に、前記区間DSVを反転させるか、またはそのまま非反  
転とするかを決定する決定ステップと、  
前記決定ステップでの、反転または非反転の決定に対応  
して、dビットのビット数の前記DSVビットを、所定の  
規則に従って前記RLL符号列に挿入する挿入ステップと  
を備えることを特徴とする変調方法。

【請求項30】 連続する“1”の間に、最小でd個、

(4)

特開平11 177430

5

最大で $k$ 個の"0"が挿入されたRLL符号列に対して、所定の長さのDSVビットを所定の区間毎に挿入し、前記DSVビットが挿入されたチャネルビット列を変調する変調装置に使用するコンピュータプログラムであって、前記RLL符号列を所定の区間に区切り、区間DSVと、それまでの累積DSVを計算する計算ステップと、前記区間DSVと前記累積DSVの加算値が0に近づくように、前記区間DSVを反転させるか、またはそのまま非反転とするかを決定する決定ステップと、前記決定ステップでの、反転または非反転の決定に対応して、 $d$ ビットのビット数の前記DSVビットを、所定の規則に従って前記RLL符号列に挿入する挿入ステップとを備えるコンピュータプログラムを提供することを特徴とする提供媒体。

【請求項31】 所定の長さのDSVビットが所定の区間毎に挿入された、連続する"1"の間に、最小で $d$ 個、最大で $k$ 個の"0"が挿入されたRLL符号列を変調して生成された変調符号を復調する復調装置において、変調された前記変調符号を復調する復調手段と、前記復調手段により復調され、出力された符号列から除去する前記DSVビットを、 $d$ ビットのビット数のDSVビットを用いて判定する判定手段と、前記判定手段が判定した前記DSVビットを、所定の規則に従って前記符号列から除去する除去手段とを備えることを特徴とする復調装置。

【請求項32】 前記RLL符号の最小ラン $d$ は1であることを特徴とする請求項31に記載の復調装置。

【請求項33】 前記判定手段は、除去する前記DSVビットを、少なくとも、前記区間の符号列の最後の1ビット、およびその次の2ビットの合計3ビットを参照して判定することを特徴とする請求項31に記載の復調装置。

【請求項34】 前記判定手段は、前記DSVビットを除去するとき、前記区間の最後から2つ後の1ビットを除去するよう判定することを特徴とする請求項31に記載の復調装置。

【請求項35】 前記DSVビットを除去するとき、前記DSV制御を行った区間の符号列の最後のビットと、その2つ後のビットの両方が"1"であるとき、どちらかの"1"を"0"に変換する変換手段をさらに備えることを特徴とする請求項31に記載の復調装置。

【請求項36】 所定の長さのDSVビットが所定の区間毎に挿入された、連続する"1"の間に、最小で $d$ 個、最大で $k$ 個の"0"が挿入されたRLL符号列を変調して生成された変調符号を復調する復調方法において、変調された前記変調符号を復調する復調ステップと、前記復調ステップで復調され、出力された符号列から除去する前記DSVビットを、 $d$ ビットのビット数のDSVビットを用いて判定する判定ステップと、前記判定ステップで判定した前記DSVビットを、所定の

6

規則に従って前記符号列から除去する除去ステップとを備えることを特徴とする復調方法。

【請求項37】 所定の長さのDSVビットが所定の区間毎に挿入された、連続する"1"の間に、最小で $d$ 個、最大で $k$ 個の"0"が挿入されたRLL符号列を変調して生成された変調符号を復調する復調装置に使用するコンピュータプログラムであって、変調された前記変調符号を復調する復調ステップと、前記復調ステップで復調され、出力された符号列から除去する前記DSVビットを、 $d$ ビットのビット数のDSVビットを用いて判定する判定ステップと、前記判定ステップで判定した前記DSVビットを、所定の規則に従って前記符号列から除去する除去ステップとを備えるコンピュータプログラムを提供することを特徴とする提供媒体。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、変調装置および変調方法、復調装置および復調方法、並びに提供媒体に関する。特に、データを伝送したり記録媒体に記録する際に、伝送や記録に適した変調を施した変調符号のDSVを、より少数のDSVビットにさせることを可能にする変調装置および変調方法、復調装置および復調方法、並びに提供媒体に関する。

【0002】

【従来の技術】データを伝送したり、または例えば磁気ディスク、光ディスク、光磁気ディスク等の記録媒体にデータを記録する際に、伝送や記録に適するようにデータの変調が行われる。このような変調の1つとしてブロック符号が知られている。このブロック符号は、データ列を $m \times i$ ビットからなる単位（以下データ語という）にブロック化し、このデータ語を適当な符号則に従って $n \times i$ ビットからなる符号語に変換するものである。そして $i=1$ のときには固定長符号となり、また $i$ が整数間隔 $r$ で変換したときには可変長符号となる。このブロック符号化された符号は可変長符号（ $d, k; m, n; r$ ）と表す。

【0003】ここで $i$ は拘束長といい、 $i_{\max}$ は $r$ となる（以下最大拘束長 $r$ という）。また $d$ は同一シンボルの最小連続個数、すなわち例えば0の最小ランを示し、 $k$ は同一シンボルの最大連続個数、すなわち例えば0の最大ランを示している。

【0004】ところで上記のようにして得られる可変長符号について、例えば光ディスクや光磁気ディスク等にデータを記録する場合、コンパクトディスクやミニディスク等では可変長符号から、"1"を反転し、"0"を無反転するNRZI (Non Return to Zero Inverted) 変調を行い、NRZI変調された可変長符号（以下記録波形列という）に基づき記録を行っている。また他にもISO規格の

50

光磁気ディスクのように、記録変調したビット列を、NRZI変調を行なわずにそのまま記録を行なうシステムもある。

【0005】記録波列の最小反転間隔を $T_{min}$ とし、最大反転間隔を $T_{max}$ とすると、線速方向に高密度記録を行うためには、最小反転間隔 $T_{min}$ は長い方が、すなわち最小ラン $d$ は大きい方が良く、またクロックの再生の面からは、最大反転間隔 $T_{max}$ は短い方が、すなわち最大ラン $k$ は小さい方が望ましく、種々の変調方法が提案されている。

【0006】具体的には、例えば光ディスク、磁気ディスク、又は光磁気ディスク等において提案されている変調方式として、可変長RLL(Run Length Limited)(1-7)、固定長RLL(1-7)、そして可変長であるRLL(2-7)などがある。

【0007】可変長RLL(1-7)符号の変換テーブルは例えば以下の通りである。

【0008】

＜表1＞

RLL(1, 7; 2, 3; 2)

	データ	符号
1=1	11	00x
	10	010
	01	10x
1=2	0011	000 00x
	0010	000 010
	0001	100 00x
	0000	100 010

【0009】ここで変換テーブル内の記号 $x$ は、次に続くチャンネルビットが0であるときに1とされ、また次に続くチャンネルビットが1であるときに0とされる。拘束長 $r$ は3である。

【0010】可変長RLL(1-7)のパラメータは(1, 7; 2, 3; 2)であり、記録波列のビット間隔を $T$ とすると、最小反転間隔 $T_{min}$ は $2 \times (1+1)T$ となる。これはデータ列のビット間隔を $T_{data}$ とすると、最小反転間隔 $T_{min}$ は $1.33 \times (2/3) \times T_{data}$ となる。また最大反転間隔 $T_{max}$ は $8T$ ( $5.33T_{data}$ )である。さらに读出遅延 $T_{out}$ は $(m/n) \times T$ で表され、その値は $0.67 \times (2/3)T$ となる。

【0011】記録媒体への記録および、データの伝送の際には、各媒体(伝送)に適した符号化変調が行われるが、これら変調符号に直流成分が含まれていると、たとえばディスク装置のサーボの制御におけるトラッキングエラーなどの、各種のエラー信号に変動が生じ易くなったり、あるいはジッターが発生し易くなったりする。従って、直流成分はなるべく含まない方が良い。

【0012】ところで、上記した、可変長RLL(1-7)テーブルは、DSV(Digital Sum Value)制御が行われ

(5)

特開平11 177430

8

ていない。DSVとは、チャンネルビット列をNRZI化し(すなわちレベル符号化し)、そのビット列(データのシンボル)の"1"を+1、"0"を-1として、符号を計算していったときの、その総和を意味する。DSVは符号列の直流成分の目安となり、DSVの絶対値を小さくすることは、ビット列の直流成分を抑制することになる。DSV制御とは、DSVの絶対値を小さくするために、ビット列を反転させるか、または反転させないように制御することを意味する。また、このとき使用(例えば、チャンネルビット列に挿入)されるビットをDSV制御ビット(以下、DSVビットという)という。

【0013】そこで例えば、この挿入されるDSVビットのビット数を、

$$2 \times (d+1)$$

すなわち $d=1$ の場合では、 $2 \times (1+1) = 4$ ビットとしたとき、任意の間隔において、最小ランおよび最大ランを守ることができ、かつ反転または非反転の制御も可能な完全なDSV制御ができる。

【0014】しかしながら、挿入されるDSVビットは、基本的には冗長ビットである。従って符号変換の効率から考えれば、DSVビットのビット数はなるべく少ない方が良い。

【0015】そこで、例えばDSVビットのビット数を、

$$1 \times (d+1)$$

すなわち $d=1$ の場合では、 $1 \times (1+1) = 2$ ビットとしたとき、任意の間隔において、反転または非反転の制御も可能な完全なDSV制御ができる。

【0016】ただしこのとき、最小ランは守られるが、最大ランは大きくなり、 $(k+2)$ となる。符号列においては、最小ランは必ず守る必要があるが、最大ランについてはその限りではない。場合によっては最大ランを破るパターンを同期信号に用いるフォーマットも存在する。例えば、DVD(Digital Video Disc)のEFM(Eight to Fourteen Modulation)プラスは、最大ランが11Tだが、フォーマットの都合上14Tを許している。

【0017】

【発明が解決しようとする課題】以上のように、RLL符号のうちの、DSV制御の考慮されていないRLL(1, 7)符号のような符号は、上記の様な直流成分によるエラーが発生する等の虞れがあるので、DSV制御を行う必要がある。

【0018】その場合、冗長度を抑制するため、挿入するDSVビットのビット数をできるだけ減らす必要があるのだが、上記のように、

$$1 \times (d+1)$$

すなわち $d=1$ の場合では、 $1 \times (1+1) = 2$ ビットとしたとき、任意の間隔において、反転と非反転の制御も可能な完全なDSV制御が可能である。しかしながら、冗長度をさらに抑制するため、DSVビットのビット数をさらに減らして、

9

1×(d)

とした場合、任意の間隔において完全なDSV制御を行うことはできなくなる。すなわち最小ランを守るために、DSV制御による反転を行うことが出来ない場合が生じる課題があった。

【0019】本発明はこのような状況に鑑みてなされたものであり、例えば、DSV制御が考慮されていないRLL符号に対して、最小ランを守りながら、必要最小限のビット数のDSVビットで完全なDSV制御を行うことを可能にするものである。

【0020】ただしそのとき、最小ランを守りながらDSV制御を行うことを優先するため、ときには完全なDSV制御を行えない場合も生じるが、本発明は、その条件下で、できる限りのDSV制御を行うことを可能にするものである。

【0021】

【課題を解決するための手段】請求項1に記載の変調装置は、RLL符号列を所定の区間に区切り、区間DSVと、それまでの累積DSVを計算する計算手段と、区間DSVと累積DSVの加算値が0に近づくように、区間DSVを反転させるか、またはそのまま非反転とするかを決定する決定手段と、決定手段による、反転または非反転の決定に対応して、少なくとも2種類のビット数のDSVビットのうちの所定のものを、所定の規則に従ってRLL符号列に挿入する挿入手段とを備えることを特徴とする。

【0022】請求項10に記載の変調方法は、RLL符号列を所定の区間に区切り、区間DSVと、それまでの累積DSVを計算する計算ステップと、区間DSVと累積DSVの加算値が0に近づくように、区間DSVを反転させるか、またはそのまま非反転とするかを決定する決定ステップと、決定ステップでの、反転または非反転の決定に対応して、少なくとも2種類のビット数のDSVビットのうちの所定のものを、所定の規則に従ってRLL符号列に挿入する挿入ステップとを備えることを特徴とする。

【0023】請求項11に記載の提供媒体は、RLL符号列を所定の区間に区切り、区間DSVと、それまでの累積DSVを計算する計算ステップと、区間DSVと累積DSVの加算値が0に近づくように、区間DSVを反転させるか、またはそのまま非反転とするかを決定する決定ステップと、決定ステップでの、反転または非反転の決定に対応して、少なくとも2種類のビット数のDSVビットのうちの所定のものを、所定の規則に従ってRLL符号列に挿入する挿入ステップとを備えるコンピュータプログラムを提供することを特徴とする。

【0024】請求項12に記載の復調装置は、変調された変調符号を復調する復調手段と、復調手段により復調され、出力された符号列から除去するDSVビットを、少なくとも2種類のビット数のDSVビットを用いて判定する判定手段と、判定手段が判定したDSVビットを、所定の規則に従って符号列から除去する除去手段とを備える

(6)

特開平11-177430

10

ことを特徴とする。

【0025】請求項19に記載の復調方法は、変調された変調符号を復調する復調ステップと、復調ステップで復調され、出力された符号列から除去するDSVビットを、少なくとも2種類のビット数のDSVビットを用いて判定する判定ステップと、判定ステップで判定したDSVビットを、所定の規則に従って符号列から除去する除去ステップとを備えることを特徴とする。

【0026】請求項20に記載の提供媒体は、変調された変調符号を復調する復調ステップと、復調ステップで復調され、出力された符号列から除去するDSVビットを、少なくとも2種類のビット数のDSVビットを用いて判定する判定ステップと、判定ステップで判定したDSVビットを、所定の規則に従って符号列から除去する除去ステップとを備えるコンピュータプログラムを提供することを特徴とする。

【0027】請求項21に記載の変調装置は、RLL符号列を所定の区間に区切り、区間DSVと、それまでの累積DSVを計算する計算手段と、区間DSVと累積DSVの加算値が0に近づくように、区間DSVを反転させるか、またはそのまま非反転とするかを決定する決定手段と、決定手段による、反転または非反転の決定に対応して、dビットのビット数のDSVビットを、所定の規則に従ってRLL符号列に挿入する挿入手段とを備えることを特徴とする。

【0028】請求項29に記載の変調方法は、RLL符号列を所定の区間に区切り、区間DSVと、それまでの累積DSVを計算する計算ステップと、区間DSVと累積DSVの加算値が0に近づくように、区間DSVを反転させるか、またはそのまま非反転とするかを決定する決定ステップと、決定ステップでの、反転または非反転の決定に対応して、dビットのビット数のDSVビットを、所定の規則に従ってRLL符号列に挿入する挿入ステップとを備えることを特徴とする。

【0029】請求項30に記載の提供媒体は、RLL符号列を所定の区間に区切り、区間DSVと、それまでの累積DSVを計算する計算ステップと、区間DSVと累積DSVの加算値が0に近づくように、区間DSVを反転させるか、またはそのまま非反転とするかを決定する決定ステップと、決定ステップでの、反転または非反転の決定に対応して、dビットのビット数のDSVビットを、所定の規則に従ってRLL符号列に挿入する挿入ステップとを備えるコンピュータプログラムを提供することを特徴とする。

【0030】請求項31に記載の復調装置は、変調された変調符号を復調する復調手段と、復調手段により復調され、出力された符号列から除去するDSVビットを、dビットのビット数のDSVビットを用いて判定する判定手段と、判定手段が判定したDSVビットを、所定の規則に従って符号列から除去する除去手段とを備えることを特徴とする。

【0031】請求項36に記載の復調方法は、変調され

(7)

特開平11 177430

11

た変調符号を復調する復調ステップと、復調ステップで復調され、出力された符号列から除去するDSVビットを、dビットのビット数のDSVビットを用いて判定する判定ステップと、判定ステップで判定したDSVビットを、所定の規則に従って符号列から除去する除去ステップとを備えることを特徴とする。

【0032】請求項37に記載の提供媒体は、変調された変調符号を復調する復調ステップと、復調ステップで復調され、出力された符号列から除去するDSVビットを、dビットのビット数のDSVビットを用いて判定する判定ステップと、判定ステップで判定したDSVビットを、所定の規則に従って符号列から除去する除去ステップとを備えるコンピュータプログラムを提供することを特徴とする。

【0033】請求項1に記載の変調装置、請求項10に記載の変調方法、および請求項11に記載の提供媒体においては、RLL符号列が所定の区間に区切られ、区間DSVと、それまでの累積DSVが計算され、区間DSVと累積DSVの加算値が0に近づくように、区間DSVを反転させるか、またはそのまま非反転とするかが決定され、少なくとも2種類のビット数のDSVビットのうちの所定のものが、所定の規則に従ってRLL符号列に挿入される。

【0034】請求項12に記載の復調装置、請求項19に記載の復調方法、および請求項20に記載の提供媒体においては、変調された変調符号が復調され、復調され、出力された符号列から除去するDSVビットが、少なくとも2種類のビット数のDSVビットを用いて判定され、判定されたDSVビットが、所定の規則に従って符号列から除去される。

【0035】請求項21に記載の変調装置、請求項29に記載の変調方法、および請求項30に記載の提供媒体においては、RLL符号列が所定の区間に区切られ、区間DSVと、それまでの累積DSVが計算され、区間DSVと累積DSVの加算値が0に近づくように、区間DSVを反転させるか、またはそのまま非反転とするかが決定され、dビットのビット数のDSVビットが、所定の規則に従ってRLL符号列に挿入される。

【0036】請求項31に記載の復調装置、請求項36に記載の復調方法、および請求項37に記載の提供媒体においては、変調された変調符号が復調され、復調され、出力された符号列から除去するDSVビットが、dビットのビット数のDSVビットを用いて判定され、判定されたDSVビットが、所定の規則に従って符号列から除去される。

【0037】

【発明の実施の形態】以下に本発明の実施の形態を説明するが、特許請求の範囲に記載の発明の各手段と以下の実施の形態との対応関係を明らかにするために、各手段の後の括弧内に、対応する実施の形態（但し一例）を付加して本発明の特徴を記述すると、次のようになる。但

12

し勿論この記載は、各手段を記載したものに限定することを意味するものではない。

【0038】すなわち、請求項1に記載の変調装置は、RLL符号列を所定の区間に区切り、区間DSVと、それまでの累積DSVを計算する計算手段（例えば、図1の区間DSV計算部12）と、区間DSVと累積DSVの加算値が0に近づくように、区間DSVを反転させるか、またはそのまま非反転とするかを決定する決定手段（例えば、図1のDSV制御決定部13）と、決定手段による、反転または非反転の決定に対応して、少なくとも2種類のビット数のDSVビットのうちの所定のものを、所定の規則に従ってRLL符号列に挿入する挿入手段（例えば、図1のDSVビット挿入部14）とを備えることを特徴とする。

【0039】請求項12に記載の復調装置は、変調された変調符号を復調する復調手段（例えば、図23のNRZI復調部32）と、復調手段により復調され、出力された符号列から除去するDSVビットを、少なくとも2種類のビット数のDSVビットを用いて判定する判定手段（例えば、図23のDSVビット判定部33）と、判定手段が判定したDSVビットを、所定の規則に従って符号列から除去する除去手段（例えば、図23のDSVビット除去部34）とを備えることを特徴とする。

【0040】請求項21に記載の変調装置は、RLL符号列を所定の区間に区切り、区間DSVと、それまでの累積DSVを計算する計算手段（例えば、図13のステップS64）と、区間DSVと累積DSVの加算値が0に近づくように、区間DSVを反転させるか、またはそのまま非反転とするかを決定する決定手段（例えば、図13のステップS69）と、決定手段による、反転または非反転の決定に対応して、dビットのビット数のDSVビットを、所定の規則に従ってRLL符号列に挿入する挿入手段（例えば、図13のステップS70）とを備えることを特徴とする。

【0041】請求項26に記載の変調装置は、挿入手段により前記DSVビットが挿入されるとき、計算手段により区切られた前の区間のRLL符号列の直前の1ビット、または計算手段により区切られた後の区間の符号列の直後の1ビットを、“0”から“1”に変換する変換手段（例えば、図13のステップS75）をさらに備えることを特徴とする。

【0042】請求項31に記載の復調装置は、変調された変調符号を復調する復調手段（例えば、図23のNRZI復調部32）と、復調手段により復調され、出力された符号列から除去するDSVビットを、dビットのビット数のDSVビットを用いて判定する判定手段（例えば、図26のステップS205）と、判定手段が判定したDSVビットを、所定の規則に従って符号列から除去する除去手段（例えば、図26のステップS206）とを備えることを特徴とする。

【0043】請求項35に記載の復調装置は、DSVビッ



(8)

特開平11-177430

13

トを除去するとき、DSV制御を行った区間の符号列の最後のビットと、その2つ後のビットの両方が“1”であるとき、どちらかの“1”を“0”に変換する変換手段（例えば、図26のステップS208）とをさらに備えることを特徴とする。

【0044】以下、本発明を適用した変調装置および復調装置の一実施の形態について図面を参照しながら説明する。図1は、本発明を適用した変調装置の要部の回路構成を示すブロック図である。

【0045】変調部11は、入力されたデータ列を所定の変調符号（例えば、BLL(1,7)符号）に変換し、チャネルビット列Aを出力する。区間DSV計算部12は、所定の区間（例えば72ビット毎）にチャネルビット列Aを区切り、区切られた各区間のチャネルビット列をNRZI化（レベル符号化）し、その“1”を+1、“0”を-1として加算し、区間DSVと累積DSVを計算する。DSV制御決定部13は、区間DSVの結果と、それまでの累積DSVを比較し、区間DSVを反転させるか、またはそのまま非反転とするかの決定を出力する。反転か非反転かの決定の出力は、区間DSV計算部12およびDSVビット挿入部14に供給される。

【0046】DSVビット挿入部14は、DSV制御決定部13が決定した反転あるいは非反転の決定の出力をもとに、変調部11より出力されるチャネルビット列Aに対して、所定の規則に従ってDSVビットを挿入し、チャネルビット列BとしてNRZI変調部15に出力する。DSVビット挿入部14はまた、区間DSV計算部12にもDSVビットを供給する。NRZI変調部15は、DSVビット挿入部14からのチャネルビット列Bをレベル符号にNRZI変調して、実際に記録される記録符号列を出力する。このとき出力されたレベル符号のDSVは、0に近づくように制御されている。すなわち直流成分の抑制（またはカット）された記録符号列が得られたことになる。この記録符号列はディスク16に記録される。

【0047】区間DSV計算部12は、DSV制御決定部13が決定した反転または非反転の決定の出力、およびDSVビット挿入部14からのDSVビットの出力を受け取り（または、DSVビットだけを受け取り、それから反転または非反転を判定するようにしてもよい）、これをもとに、累積DSVを計算し、更新する。更新された累積DSVに対して、区間DSV計算部12、DSV制御決定部13、およびDSVビット挿入部14は、チャネルビット列Aの続く符号列に対し、以後、同様の動作を繰り返す。

【0048】図2は、図1の変調装置が行うDSV制御の例を示す図である。区間DSV計算部12は最初に、符号化されたチャネルビット列Aを、任意の長さ（ここではdata1, data2, data3それぞれのビット数）の区間に区切り、NRZI化（レベル符号化）し、実際の記録波形と同様の形式にする（チャネルビット列aとする）。例えば、符号化されたチャネルビット列Aが

14

「10010100000101000」

のとき、NRZI化により、チャネルビット列aは、

「11100111111001111」

となる。

【0049】区間DSV計算部12は、このレベル符号（チャネルビット列a）の“1”を+1、“0”を-1として、加算を行い、data1, data2の各区間毎に加算する（DSVを計算する）。data1のDSVがプラスである場合、もしdata2のDSVがプラスであるときは、DSV制御決定部13はDSV制御を反転とする。DSVビット挿入部14は、DSVビット決定部13の決定に基づき、チャネルビット列Aとしてのdata1の後に、反転のDSVビットx1を挿入して、チャネルビット列Bとする。逆に、data2のDSVがマイナスである場合、DSV制御決定部13はDSV制御を非反転とし、DSVビット挿入部14は、data1の後に、非反転のDSVビットx1を挿入する（図2）。

【0050】また、data1のDSVがマイナスである場合、もしdata2のDSVがプラスであるときは、DSV制御決定部13はDSV制御を非反転とし、DSVビット挿入部14は非反転のDSVビットx1を挿入する。逆に、data2のDSVがマイナスであるときは、DSV制御決定部13はDSV制御を反転とし、DSVビット挿入部14は反転のDSVビットx1を挿入する（図2）。

【0051】DSVビットの挿入が完了したら、区間DSV計算部12は、DSVビット挿入部14からDSVビットx1の供給を受け、累積DSVとして、data1、DSVビットx1、およびdata2のDSVを計算してそれらの合計を算出する。区間DSV計算部12はさらに、次の区間data3（チャネルビット列A）をNRZI化したデータ（チャネルビット列a）からDSV計算を行う。

【0052】累積DSV（(data1+x1+data2)のDSV）がプラスの場合、DSV制御決定部13は、次の区間data3のDSV計算を行った結果がプラスならばDSV制御を反転とし、またマイナスならば非反転とし、DSVビット挿入部14はdata2（チャネルビット列A）の後に、反転または非反転のDSVビットx2を挿入する。累積DSV（(data1+x1+data2)のDSV）がマイナスの場合、DSV制御決定部13は、次の区間data3のDSVがマイナスならばDSV制御を反転とし、またプラスならば非反転とし、DSVビット挿入部14はdata2（チャネルビット列A）の後に、DSVビットx2を挿入する。

【0053】図3は、図2の具体的な例を説明する図である。ここでは、区間DSV計算部12が区切る各チャネルビット列(data1, data2, data3)それぞれのビット数を10ビットとする。また、DSVビット挿入部14が挿入する各DSVビット(x1, x2, x3)について、DSV制御が反転の場合は“10”または“01”とし、DSV制御が非反転の場合は“0”とする。

【0054】区間DSV計算部12は、data1（1001000000）、data2（0010100000）をNRZI化

(9) 特開平11-177430

15

し、(1110000000)と(0011000000)を得、それぞれのDSVを計算する。その結果、data1のDSVとして-4、data2のDSVとして-6が得られる。

【0055】data1、data2ともにDSVがマイナスなので、DSV制御決定部13は、data2に対するDSV制御を反転とし、この決定をDSVビット挿入部14に出力する。DSVビット挿入部14は、供給された反転の決定に対応して、DSVビットx1を"10"とし、これをdata1とdata2の間に挿入する。data1のNRZI化したデータの最後のビットは"0"であるので、反転のDSVビットx1である"10"をNRZI化すると"11"になり、DSVは+2となる。

【0056】DSV制御決定部13は、data2に対するDSV制御における反転の決定を、区間DSV計算部12に出力する。DSVビット挿入部14は、DSVビットx1の"10"を区間DSV計算部12に出力する。

【0057】DSV制御決定部13およびDSVビット挿入部14からそれぞれ、反転か非反転かの決定、および決定したDSVビットの供給を受けると、区間DSV計算部12は、DSVビットx1をNRZI化する。data1のNRZI化したデータの最後のビットは"0"であるので、反転のDSVビットx1である"10"をNRZI化すると"11"になり、DSVは+2となる。またdata2の区間DSVは、反転により、-6から+6に変化する。区間DSV計算部12は、累積DSV((data1+x1+data2)のDSV)を計算して、 $((-4) + (+2) + (+6)) = +4$ を得る。

【0058】区間DSV計算部12は次に、data2の場合と同様にして、data3(0001000000)をNRZI化し(1110000000)を得、これから、区間DSVを計算する。その結果、data3のDSVとして-4を得る。

【0059】DSV制御決定部13は、data3の区間DSVである-4を、累積DSV((data1+x1+data2)のDSV)である+4と比較する。累積DSV((data1+x1+data2)のDSV)がプラスで、data3の区間DSVがマイナスであるので、DSV制御決定部13は、data3に対するDSV制御を非反転とし、この決定を、DSVビット挿入部14に出力する。

【0060】DSVビット挿入部14は、供給された非反転の決定に対応して、DSVビットx2を"0"とし、これを挿入する。data2のNRZI化したデータの最後のビットは"1"であるので、非反転のDSVビットx2である"0"をNRZI化すると"1"になり、DSVは+1となる。

【0061】DSV制御決定部13は、data3に対するDSV制御における非反転の決定を、区間DSV計算部12に出力する。DSVビット挿入部14は、DSVビットx2の"0"を区間DSV計算部12に出力する(図3)。

【0062】DSV制御決定部13およびDSVビット挿入部14からそれぞれ、反転か非反転かの決定、および決定したDSVビットの供給を受けると、区間DSV計算部12は、DSVビットx1を"0"から"1"にNRZI化する。dat

16

2のNRZI化したデータの最後のビットは"1"であるので、非反転のDSVビットx2である"0"をNRZI化すると"1"になり、DSVは+1となる。また、data3の区間DSVは非反転なので-4のままである。区間DSV計算部12は、累積DSV((いままでの累積DSV+x2+data3)のDSV)を計算して、 $((+4) + (+1) + (-4)) = +1$ を得る。

【0063】図4は、図3におけるデータ、NRZIデータ、およびDSVの関係を示す図である。図4を参照して、図3で説明したDSV制御により、累積DSV((data1+data2+data3)のDSV)が、制御前と制御後でどう変化したかをみると、DSV制御前は、 $((data1+data2+data3)のDSV) = (-4) + (-6) + (+4) = -6$

であり、これに、DSVビットx1、x2を挿入することで、DSV制御後は、 $((data1+x1+data2+x2+data3)のDSV) = (-4) + (+2) + (+16) + (+1) + (-4) = +1$

となる。よって、DSV制御により、累積DSVが、DSV制御前の-6から、DSV制御後は+1に変わり、DSVが0に近づくよう制御されていることが判る。

【0064】図5は、区間DSVの極性が、直前のDSVビットをNRZI化したビットの値に対応して変化する様子を示している。すなわち、区間DSV計算部12は、例えばdata2の区間DSVを計算するには、data2の他に、その直前の1ビット(DSVビットx1の最後のビット)"0"をNRZI化した値(NRZI化した値を、以下、NRZI化値という)を必要とする。なお、各区間のチャネルビット列の直前のビットをNRZI化した値を、以下、直前レベル値という。data2の区間DSVは、直前レベル値(DSVビットx1の最後のビットのNRZI化値)が"0"か"1"かで変わってくる。

【0065】すなわち、data2は、その直前レベル値が"0"の場合、そのNRZI化値は"0"でスタートする。よって、data2の区間DSVは-6になる。これに対して、直前レベル値が"1"の場合だと、そのNRZI化値は"1"でスタートする。よって、data2の区間DSVは、符号が反転して+6となる。つまり、data2の区間DSVは、直前レベル値が変わることにより、その符号(極性)が変わる。このことは、data3の区間DSVを計算する場合、さらにDSVビットの区間DSVを計算する場合にも同様である。

【0066】すなわち、チャネルビット列の区間DSVの計算には、直前レベル値が必要である。このため、区間DSV計算部12は、直前のチャネルビット列の最後のビットのNRZI化値を記憶する。

【0067】このようにして、DSV制御により、常に累積DSVは0に近づくように制御される。

【0068】以下、本発明を適用した変調装置が、d=

(10)

特開平11-177430

17

1における、1ビットまたは2ビットの2種類のDSVビットを挿入する場合の具体例を説明する。図6は図2に対応する。この例においては、72ビットが1区間とされ、72ビット毎にDSVビットが挿入される。DSVビット挿入部14は、72ビット毎に挿入するDSVビットを、非反転の時は1ビット、反転の時は2ビットとし、これを挿入する。なおこのとき、DSVビット挿入部14は、DSVビットの直前の1ビットを参照してDSVビットを決定する。

【0069】以下、図1の変調装置の、1ビットまたは2ビットの2種類のDSVビットを挿入する場合の動作を図7のフローチャートを参照して説明する。

【0070】最初にステップS1において、区間DSV計算部12は、変調部11より供給されるチャネルビット列Aの符号をNRZI化する。区間DSV計算部12はステップS2で、NRZI化された符号のビット数をカウントする。区間DSV計算部12はステップS3で、符号のビット数が72ビットに達したか否かの判定を行う。カウントした符号のビット数が72ビットに達していないと判定された場合、区間DSV計算部12はステップS1に戻り、カウントしたビットの数が72ビットに達するまで同様の動作を繰り返す。カウント値が72ビットに達したと判定された場合、区間DSV計算部12はステップS4に進み、この72ビットのDSV（区間DSV）を計算する。

【0071】区間DSV計算部12はステップS5で、区間が、区間DSVを計算した最初の区間か否かの判定を行う。最初の区間であると判定された場合は、ステップS6に進み、区間DSV計算部12は累積DSVを計算する（いまの場合、最初の区間であるので、区間DSVがそのまま累積DSVとされる）。区間DSV計算部12はステップS7で、NRZIデータの区間の最後のビットを1bitに記憶する。区間DSV計算部12はステップS8で、区間の最後のエッジデータ（NRZI化される前のデータ）を、NRZIデータ（区間の最後のビット）とは別に記憶する。区間の最後のビット（エッジビット）は、DSVビットとして“01”または“10”のいずれを挿入するかの判定（ステップS11）に用いられる。区間DSV計算部12はその後、ステップS1に戻り、同様の動作をもう1度繰り返す。

【0072】第2番目の72ビットのデータ（図6のdata2）の区間でステップS5に到達したとき、すなわち、最初の区間（図6のdata1）ではないと判定される。このとき、ステップS9に進み、DSV制御決定部13は、区間DSVと累積DSVの符号が同一か否かの判定を行う。すなわち、DSV制御を反転とするか、非反転とするかの判定を行い、反転か非反転かの決定を、DSVビット挿入部14に出力する。

【0073】区間DSVと累積DSVの符号が同一ではないと判定された（DSV制御を非反転とする）場合は、ステッ

18

プS10に進み、DSVビット挿入部14は、DSV制御決定部13から供給された非反転の決定に基づき、非反転のDSVビット（1ビット）として“0”をdata2の区間の直前に挿入する。区間DSVと累積DSVの符号が同一であると判定された（DSV制御を反転とする）場合は、ステップS11に進み、DSVビット挿入部14は、DSV制御決定部13から供給された反転の決定に基づき、直前の区間のデータ（エッジデータ）の最後のビット（ステップS8で記憶したビット）が“1”か否かの判定を行う。最後のビットが“1”であると判定された場合は、ステップS12に進み、DSVビット挿入部14は、最小ランを守るため、反転のDSVビット（2ビット）として“01”をdata2の区間の直前に挿入する。

【0074】最後のビットが“1”ではない（“0”である）と判定された場合は、ステップS13に進み、DSVビット挿入部14は、反転のDSVビットとして“10”をdata2の区間の直前に挿入する。この場合、挿入ビットは“01”であっても最小ランは守られ、不都合は生じない。しかし、例えばステップS10の非反転の場合において、挿入するDSVビットの直前のビットが“0”、直後のビットが“1”で、その間に“0”を挿入したとする。この場合、ビット挿入後の配列は“001”となり、ステップS13で“01”を挿入した場合と区別がつかなくなる。そうすると、後に述べるが、DSVビットを除去することが困難になるので、これを防ぐために、DSVビット挿入部14は、ここでは“10”のみを選択する。

【0075】図8は、DSV制御による、ビット配列の変化を示す図である。

【0076】すなわち、DSV制御を行う前のビット配列として、前の区間の直前の1ビット、およびその次のビットの組み合わせは、上の図に示すように、（0,0）、（1,0）または（0,1）の3通りある（（1,1）はd=1の規則に違反するので存在しない）。非反転の場合は、（0,0）、（1,0）または（0,1）のすべての場合において“0”が挿入され、直前の1ビット、挿入されたDSVビット、およびその直後の1ビットは、（0,0,0）、（1,0,0）または（0,0,1）のような配列になる。反転の場合は、（0,0）および（0,1）の場合に“10”が、（1,0）の場合に“01”が挿入される。そして、直前の1ビット、挿入されたDSVビット、およびその直後の1ビットは、（0,10,0）、（1,01,0）または（0,10,1）のような配列になる。

【0077】DSV制御決定部13は、ステップS9で行った、反転か非反転かの決定を、区間DSV計算部12に出力する。また、DSVビット挿入部14は、ステップS10、ステップS12、またはステップS13において決定したDSVビットを区間DSV計算部12に出力する。DSV制御決定部13およびDSVビット挿入部14からそれぞれ

19

れ、反転か非反転かの決定、および決定したDSVビットを受けると、区間DSV計算部12は、ステップS14で、今回の区間を包含する累積DSVを計算し、更新する。

【0078】ステップS15において、区間DSV計算部12、DSV制御決定部13、およびDSVビット挿入部14は、データが終了したか否かの判定を行う。処理するデータが終了したと判定された場合、区間DSV計算部12、DSV制御決定部13、およびDSVビット挿入部14は、処理を終了する。処理するデータがまだ終了していないと判定された場合、区間DSV計算部12、DSV制御決定部13、およびDSVビット挿入部14は、ステップS1に戻り、以後、所定の全区間に対してDSV制御が完了するまで同様の処理を繰り返す。

【0079】図9は、図7のステップS14で区間DSV計算部12が累積DSVを計算する処理の詳細を説明するフローチャートである。

【0080】区間DSV計算部12は最初に、DSV制御決定部13から受け取った決定に基づき、ステップS31で、DSV制御が反転か否かの判定を行う。反転ではないと判定された場合は、ステップS32に進み、区間DSV計算部12は、LBIに記憶（図7のステップS7、または後述するステップS40で記憶）された、直前区間におけるNRZIデータの区間の最後のビットが“1”か否かの判定を行う。

【0081】図10は、DSV制御が非反転の場合において、LBI、DSVビット、および区間データからなるビット列の、NRZI化による変化を示す図である。すなわち、上がNRZI化前の状態を、下がNRZI化後の状態を示す。非反転の場合に累積DSVを計算するための場合分けは、LBIが0か1かの2通りが考えられる。LBIが“0”の場合、DSVビットのNRZI化値は“0”となる。従って、そのDSVは-1となる。また、LBIが“1”の場合、DSVビットのNRZI化値は“1”となるので、そのDSVは+1となる。

【0082】以上に基づき、ステップS32で、LBIが“1”であると判定された場合は、ステップS33に進み、区間DSV計算部12は、累積DSVとして、直前区間までの累積DSV、+1（DSVビットのDSV）、および区間DSVを加算した値を計算する。LBIが“1”ではない（“0”である）と判定された場合は、ステップS34に進み、区間DSV計算部12は、累積DSVとして、直前区間までの累積DSV、-1（DSVビットのDSV）、および区間DSVを加算した値を計算する。

【0083】一方、ステップS31において、反転であると判定された場合は、ステップS35に進み、区間DSV計算部12は、DSVビット挿入部14から受け取った、DSVビットにより、DSVビットが“01”か否か（“10”）かの判定を行う。

【0084】図11は、DSV制御が反転の場合において、LBI、DSVビット、および区間データからなるビット

(11)

特開平11 177430

20

列の、NRZI化による変化を示す図である。すなわち、上がNRZI化前の状態を、下がNRZI化後の状態を示す。反転の場合に累積DSVを計算するための場合分けは、LBIが0か1か、および、DSVビットが“01”か否か（“10”）かで、4通りが考えられる。LBIが“0”で、DSVビットが“10”の場合、DSVビットのNRZI化値は“11”となり、そのDSVは+2となる。LBIが“1”で、DSVビットが“10”の場合、DSVビットのNRZI化値は“00”となり、そのDSVは-2となる。LBIが“0”または“1”で、DSVビットが“01”の場合、DSVビットのNRZI化値は“01”または“10”となり、そのDSVは0となる。区間DSVは、いずれの場合も、反転により符号が変化する。

【0085】以上に基づき、ステップS35で、DSVビットが“01”であると判定された場合は、ステップS36に進み、区間DSV計算部12は、累積DSVを計算する。まず、直前区間までの累積DSV、および0（DSVビットのDSV）を加算する。区間DSV計算部12は、反転により、区間DSVの符号が変わることを考慮し、そこから区間DSVを減算する（区間DSVの符号を反転して加算する）。DSVビットが“01”ではない（“10”である）と判定された場合は、ステップS37に進み、区間DSV計算部12は、LBIに記憶された、直前区間におけるNRZIデータの区間の最後のビットが“1”か否かの判定を行う。

【0086】LBIが“1”ではない（“0”である）と判定された場合は、ステップS38に進み、区間DSV計算部12は、累積DSVとして、直前区間までの累積DSV、および、+2（DSVビットのDSV）を加算し、そこから区間DSVを減算した値を計算する。LBIが“1”であると判定された場合は、ステップS39に進み、区間DSV計算部12は、累積DSVとして、直前区間までの累積DSV、-2（DSVビットのDSV）を加算し、さらに区間DSVを減算する。

【0087】ステップS33、S34、S36、S38、またはS39の処理が終了すると、ステップS40に進み、区間DSV計算部12は、NRZIデータの区間の最後のビットをLBIに記憶する。区間DSV計算部12は、ステップS41で、区間の最後のビット（エッジビット）をNRZIデータの区間の最後のビットとは別に記憶する。

【0088】このようにして、最小ランを守りながらDSV制御を行うように、DSVビットが符号列に挿入されるので、DSVを小さくするようDSV制御された、すなわち直流成分が抑制（あるいはカット）された変調符号が出力され、伝送や記録に適した符号が得られる。

【0089】以上のようにするとき、d=1における非反転の1ビット、または反転の2ビットのDSVビットにより完全にDSV制御が行われ、反転と非反転の発生頻度はおよそ1対1であるので、この場合の完全DSVビット（完全にDSV制御を行うDSVビット）は平均約1.5ビッ

(12)

特開平11-177430

21

22

トとなり、また最大ランの増加も+1までに抑制することが可能になる。

【0090】したがって、完全なDSV制御を行うDSVビットの条件としては、従来言われていた最長の2ビットに較べて、約1.5ビットで行われるので、さらに冗長度の少ない効率の良いDSV制御を行うことが可能になる。またこの方法によれば、最大ランの増加も $(k+1)$ までとなり、従来の2ビットの場合に $(k+2)$ まで増加するのに較べ、最大ランの影響もより少なくすることが可能になる。

【0091】続いて、本発明を適用した変調装置が、 $d=1$ における、1ビットのDSVビットを挿入する場合の具体例を図12を参照して説明する。図12は図6に対応する。この例においても上述した場合と同様に、72ビットが1区間とされ、72ビット毎にDSVビットが挿入されるが、この場合においては、72ビット毎に挿入するDSVビットが、反転、または非反転のどちらの場合にも1ビットとされる。ただし、この場合、DSV制御を反転させると、最小ランを守ることができなくなるときがある。このようなとき、最小ランを守るため、非反転とされる。DSVビット挿入部14は、このような条件下でDSV制御をできるだけ多く行うために、DSVビットを決定するにあたり、少なくとも、DSVビットの直前の1ビットと、直後の2ビットの合計3ビットを参照してDSVビットを決定する。

【0092】ただし、DSVビット挿入部14は、DSV制御が反転の場合、所定の規則に従い、直前または直後の1ビットの値を"0"から"1"に変換する。

【0093】以下、本発明を適用した変調装置が、1ビットのDSVビットを挿入する場合であって、直後の1ビットの値を"0"から"1"に変換する場合の動作を図13のフローチャートを参照して説明する。

【0094】ステップS61乃至S68における動作は、図7のステップS1乃至S8における動作と同様であるので、その説明を省略する。またその後、ステップS69に至るまでの動作は、図7のステップS8の処理終了後からステップS9に至るまでの動作と同様であるので説明を省略する。DSV制御決定部13はステップS69で、DSV制御が反転か否かの判定を行う。DSV制御が反転ではないと判定された場合、ステップS70に進み、DSVビット挿入部14は、非反転のDSVビット(1ビット)として区間直前に"0"を挿入する。

【0095】DSV制御が反転であると判定されたときは、ステップS71に進み、DSVビット挿入部14は、挿入するDSVビットと変換する区間ビットを、図14に示すようにして決定する。DSV制御が反転の場合において、前の区間の直前の1ビット、および今回の区間の1ビットまたは2ビットからなるビット配列の組み合わせは、図14に示すように、(0,0)、(1,00)、(1,01)、または(0,1)の4通りが考えられる

((1,1)の組み合わせは、規則に違反するので存在しない)。それぞれの場合におけるDSV制御は以下のようになる。

【0096】1の、直前の区間の最後(直前)のビットが"0"で、今回の区間の最初の(次の)1ビットが"0"の場合は、DSVビットは"1"とする(反転可能)。2の、直前のビットが"1"で、その次の2ビットが"00"の場合は、"1"を挿入すると、最小ランの規則に違反するので、最小ランを守るため、挿入するDSVビットは"0"とし、直後の1ビットを"0"から"1"に変換する(反転可能)。3の、直前のビットが"1"で、その次の2ビットが"01"の場合は、最小ランを守るため、DSVビットは"0"とする(反転不可能)。4の、直前のビットが"0"で、その次の1ビットが"1"の場合は、最小ランを守るため、DSVビットは"0"とする(反転不可能)。

【0097】ステップS69で、DSV制御が反転であると判定された場合は、DSVビット挿入部14は、以上の規則に従って区間の直前および直後の2ビットを参照し、ステップS71に進み、反転が可能か否かの判定を行う。反転が可能ではないと判定された場合、DSVビット挿入部14はステップS70に戻り、DSVビットを非反転の"0"とし、これを挿入する(図14の3または4の場合に対応する)。

【0098】反転が可能であると判定された場合、DSVビット挿入部14はステップS72に進み、DSVビットとして"1"を挿入することができるか否かの判定を行う。"1"を挿入することができるかと判定された場合は、ステップS73に進み、DSVビット挿入部14は、"1"を挿入する(図14の1の場合に対応する)。"1"を挿入することができないと判定された場合は、ステップS74に進み、DSVビット挿入部14は、DSVビットとして"0"を挿入する(図14の2の場合に対応する)。DSVビット挿入部14は、ステップS75で、DSVビットを挿入した直後のビットを"0"から"1"に変換する。

【0099】図15は、前の区間の直前の1ビット、および次の2ビットまたは1ビットからなるビット配列のDSV制御による変化を示す図である。すなわち、DSV制御を行う前のビット配列として、前の区間の直前の1ビット、およびその次の2ビットまたは1ビットの組み合わせは上に示すように4通りある。非反転の場合は、同図の左側に示すように、1乃至4のすべての場合において"0"が挿入され、直前の1ビット、およびその直後の2ビットは特に変化しない。反転の場合、同図の右側に示すように、1の場合には"1"が挿入される。2の場合には"0"が挿入される。そして、直後の1ビットが"1"に変換される。なお、非反転の3または4の場合には、反転が不可能なために、非反転となったものも含まれる。

(13)

特開平11-177430

23

【0100】DSV制御決定部13は、ステップS69で行った、反転か非反転かの決定を、区間DSV計算部12に出力する。また、DSVビット挿入部14は、ステップS70、ステップS73、または、ステップS74およびステップS75において決定したDSVビット（変換ビットデータも含む）を区間DSV計算部12に出力する。DSV制御決定部13およびDSVビット挿入部14から、それぞれ、反転か非反転かの決定、および決定したDSVビットを受けると、区間DSV計算部12は、ステップS76で、今回の区間を包含する累積DSVを計算し、更新する。

【0101】ステップS77において、区間DSV計算部12、DSV制御決定部13、およびDSVビット挿入部14は、処理データが終了したか否かの判定を行う。処理データが終了したと判定された場合、区間DSV計算部12、DSV制御決定部13、およびDSVビット挿入部14は、処理を終了する。処理データが終了していないと判定された場合、区間DSV計算部12、DSV制御決定部13、およびDSVビット挿入部14は、ステップS61に戻り、以後、すべてのデータのDSV制御が完了するまで同様の処理を繰り返す。

【0102】図16は、図13のステップS76で区間DSV計算部12が行う累積DSVの計算の処理の詳細を説明するフローチャートである。

【0103】区間DSV計算部12は最初にステップS91で、DSV制御決定部13から受け取った、DSV制御が反転か非反転かの決定に基づき、DSV制御が反転か否かの判定を行う。反転ではないと判定された場合は、ステップS92に進み、区間DSV計算部12は、LBIが“1”か否かの判定を行う。

【0104】LBIが“1”であると判定された場合は、ステップS93に進み、区間DSV計算部12は、累積DSVとして、直前区間までの累積DSV、+1（DSVビットのDSV）、および区間DSVを加算した値を計算する。LBIが“1”ではない（“0”である）と判定された場合は、ステップS94に進み、区間DSV計算部12は、累積DSVとして、直前区間までの累積DSV、-1（DSVビットのDSV）、および区間DSVを加算した値を計算する。

【0105】ステップS91において、反転であると判定された場合（DSVビットが“1”または（“0”+ビット反転）の場合）は、ステップS95に進み、区間DSV計算部12は、DSVビット挿入部14から受け取ったDSVビットにより、DSVビットが“1”か否（“0”）かの判定を行う。

【0106】図17は、DSV制御が反転の場合において、DSVビットの直前のビット（以下、直前ビットという）、LBI、DSVビット、および区間データからなるビット列の、NRZI化による変化を示す図である。すなわち、上がNRZI化前の状態を、下がNRZI化後の状態を示す。累積DSVを計算するための場合分けは、図の1乃至4の4

24

通りが考えられる。このうち1と2は、DSVビットが“1”の場合（図13のステップS73に対応する）にあたる。3と4は、DSVビットが“0”で、その直後のビットを反転した場合（図13のステップS74、S75に対応する）にあたる。

【0107】ステップS95で、DSVビットが“1”であると判定された場合、すなわち、図17の1または2に対応する場合、区間DSV計算部12は、ステップS96に進み、LBIが1か否（0）かの判定を行う。LBIが1ではないと判定された場合、区間DSV計算部12は、ステップS97に進み、DSVビット、直前の累積DSV、および区間DSVから累積DSVを計算する。これは、図17の1の場合に対応し、区間DSV計算部12はまず、前区間までの累積DSVに+1（DSVビットのDSV）を加算する。そして、これより区間DSV（反転で符号が変わるため）を減算（反転で符号が変わるため）する。

【0108】LBIが1であると判定された場合、区間DSV計算部12はステップS98に進み、DSVビット、直前の累積DSV、および区間DSVから累積DSVを計算する。これは、図17の2の場合に対応し、区間DSV計算部12はまず、前区間までの累積DSVに+1（DSVビットのDSV）を加算する。そして、これより区間DSVを減算（反転で符号が変わるため）する。

【0109】ステップS95で、DSVビットが“1”ではない（（“0”+ビット反転）の場合である）と判定された場合（図17の3と4に対応する）、区間DSV計算部12はステップS99に進み、LBIが1か否かの判定を行う。

【0110】LBIが1であると判定された場合、区間DSV計算部12はステップS100に進み、DSVビット、直前の累積DSV、および区間DSVから累積DSVを計算する。これは、図17の4の場合に対応し、区間DSV計算部12はまず、前区間までの累積DSVに+1（DSVビットのDSV）を加算する。そして区間DSV計算部12は、これより、直後の1ビットを含む区間DSVをデータのDSVを減算（反転で符号が変わるため）する。

【0111】LBIが1ではないと判定された場合、区間DSV計算部12はステップS101に進み、DSVビット、直前の累積DSV、および区間DSVから累積DSVを計算する。これは、図17の3の場合に対応し、区間DSV計算部12はまず、前区間までの累積DSVに-1（DSVビットのDSV）を加算する。そして区間DSV計算部12は、これより、直後の1ビットを含む区間DSVをデータのDSVを減算（反転で符号が変わるため）する。

【0112】ステップS93、S94、S97、S98、S100、またはS101の処理が終了すると、ステップS102に進み、区間DSV計算部12は、NRZIデータの区間の最後のビットをLBIに記憶する。区間DSV計算部12は、ステップS103で、区間の最後のビット（エッジビット）をNRZIデータの区間の最後のビットと

(14)

特開平11-177430

25

は別に記憶する。

【0113】以上の例においては、 $d=1$ における1ビットでのDSV制御は、不完全ではあるが、より多く行われることになる。また、反転と非反転の発生頻度はおよそ1体1であるので、この場合の完全DSV制御ビットは約1.5ビットとなり、また最大ランの増加も+1までに抑制することができる。

【0114】このようにして本発明を適用した変調装置により、最小ラン $d=1$ における、1ビットのDSVビットを挿入する動作が行われることで、チャネルビット列が反転を行う確率は向上し、後のシミュレーションによれば、図13のステップS75に対応する、ビット反転可能な場合によって、全DSV制御のうち、反転したい場合の約60%が実際に反転を行うことができるようになる。

【0115】なおこのとき、最小ランは守られているが、最大ランは+1増加する。

【0116】以上の例においては、直後のビットを変換して、最小ランを守るようにしたが、直前のビットを変換するようにしてもよい。以下、本発明を適用した変調装置が、1ビットのDSVビットを挿入する場合であって、直前の1ビットの値を“0”から“1”に変換する場合の動作を図18のフローチャートを参照して説明する。

【0117】図18のステップS121乃至S137における処理は、基本的に図13のステップS61乃至S77における処理と同様である。ただし、ビット挿入の原理、ビット変換の原理、および累積DSVの計算方法が異なっている。以下、主にこれらの点について説明する。

【0118】DSV制御が反転であると判定されたとき、ステップS131に進み、DSVビット挿入部14は、挿入するDSVビットと変換する区間ビットを、図19に示すようにして決定する。DSV制御が反転の場合において、前の区間の直前の1ビットまたは2ビット、および今回の区間の1ビットからなるビット配列の組み合わせは、図19に示すように、(0, 0)、(1, 0)、(0, 1)、または(1, 0, 1)の4通りが考えられる(“(1, 1)”の組み合わせは、規則に違反するので存在しない)。それぞれの場合におけるDSV制御は以下のようになる。

【0119】1の、直前の区間の最後(直前)の1ビットが“0”で、今回の区間の最初の(次の)1ビットが“0”の場合は、DSVビットは“1”とする(反転可能)。2の、直前の1ビットが“1”で、その次の1ビットが“0”の場合は、“1”を挿入すると、最小ランの規則に違反するので、最小ランを守るため、DSVビットは“0”とする(反転不可能)。3の、直前の2ビットが“00”で、その次の1ビットが“1”の場合は、最小ランを守るため、挿入するDSVビットは“0”と

26

し、直前の1ビットを“0”から“1”に変換する(反転可能)。4の、直前の2ビットが“10”で、その次の1ビットが“1”の場合は、最小ランを守るため、DSVビットは“0”とする(反転不可能)。

【0120】ステップS129で、DSV制御が反転であると判定された場合は、DSVビット挿入部14は、以上の規則に従って区間の直前の1ビットまたは2ビット、および直後の1ビットを参照し、ステップS131に進み、反転が可能か否かの判定を行う。反転が可能ではないと判定された場合、DSVビット挿入部14はステップS130に戻り、DSVビットを非反転の“0”とし、これを挿入する(図19の2または4の場合に対応する)。

【0121】反転が可能であると判定された場合、DSVビット挿入部14はステップS132に進み、DSVビット“1”を挿入することができるか否かの判定を行う。“1”を挿入できると判定された場合は、ステップS133に進み、DSVビット挿入部14は、“1”を挿入する(図19の1の場合に対応する)。“1”を挿入できないと判定された場合は、ステップS134に進み、DSVビット挿入部14は、DSVビットとして“0”を挿入する(図19の3の場合に対応する)。DSVビット挿入部14は、ステップS135で、DSVビットを挿入した直前のビットを“0”から“1”に変換する。

【0122】図20は、前の区間の直前の1ビットまたは2ビット、および次の1ビットからなるビット配列のDSV制御による変化を示す図である。すなわち、DSV制御を行う前のビット配列として、前の区間の直前の1ビットまたは2ビット、およびその次の1ビットの組み合わせは上に示すように4通りある。非反転の場合は、図の1乃至4のすべての場合において“0”が挿入され、直前の1ビットまたは2ビット、およびその直後の1ビットは特に変化しない。反転の場合、1の場合には“1”が挿入される。3の場合には“0”が挿入される。そして、直前の1ビットが“1”に変換される。なお、非反転の2または4の場合には、反転が不可能なために、非反転となったものも含まれる。

【0123】DSV制御決定部13は、ステップS129で行った、反転か非反転かの決定を、区間DSV計算部12に出力する。また、DSVビット挿入部14は、ステップS130、ステップS133、または、ステップS134およびステップS135において決定したDSVビット(変換ビットデータも含む)を区間DSV計算部12に出力する。DSV制御決定部13およびDSVビット挿入部14からそれぞれ、反転か非反転かの決定、および決定したDSVビットを受けると、区間DSV計算部12は、ステップS136で、今回の区間を包含する累積DSVを計算し、更新する。

【0124】ステップS137において、区間DSV計算

(15)

特開平11 177430

27

28

部12、DSV制御決定部13、およびDSVビット挿入部14は、処理データが終了したか否かの判定を行う。処理データが終了したと判定された場合、区間DSV計算部12、DSV制御決定部13、およびDSVビット挿入部14は、処理を終了する。処理データが終了していないと判定された場合、区間DSV計算部12、DSV制御決定部13、およびDSVビット挿入部14は、ステップS121に戻り、以後、すべてのデータのDSV制御が完了するまで同様の処理を繰り返す。

【0125】図21は、図18のステップS136で区間DSV計算部12が行う累積DSVの計算の処理の詳細を説明するフローチャートである。

【0126】区間DSV計算部12は最初に、DSVビット挿入部14から受け取ったDSVビット（変換ビットデータも含む）データを基に、ステップS151で、直前区間の最後のビットを“0”から“1”に変換した（図19の3の処理を行った）か否かの判定を行う。変換処理を行ったと判定された場合は、ステップS152に進み、区間DSV計算部12は、DSVビット挿入部14から受け取った変換ビットをNRZI化して、LBIに記憶し直す。LBIの更新処理終了後、または変換処理を行っていないと判定された場合は、ステップS153に進み、区間DSV計算部12は、DSV制御決定部13から受け取った、DSV制御が反転か非反転かの決定に基づき、DSV制御が反転か否かの判定を行う。反転ではないと判定された場合は、ステップS154に進み、区間DSV計算部12は、LBIが“1”か否かの判定を行う。

【0127】LBIが“1”であると判定された場合は、ステップS155に進み、区間DSV計算部12は、累積DSVとして、直前区間までの累積DSV、+1（DSVビットのDSV）、および区間DSVを加算した値を計算する。LBIが“1”ではない（“0”である）と判定された場合は、ステップS156に進み、区間DSV計算部12は、累積DSVとして、直前区間までの累積DSV、-1（DSVビットのDSV）、および区間DSVを加算した値を計算する。

【0128】ステップS153において、反転であると判定された場合（DSVビットが“1”または（“0”+ビット反転）の場合）は、ステップS157に進み、区間DSV計算部12は、DSVビット挿入部14から受け取ったDSVビットにより、DSVビットが“1”か否か（“0”）かの判定を行う。

【0129】図22は、DSV制御が反転の場合において、DSVビットの直前のビット（以下、直前ビットという）、LBI、DSVビット、および区間データからなるビット列の、NRZI化による変化を示す図である。すなわち、上がNRZI化前の状態を、下がNRZI化後の状態を示す。累積DSVを計算するための場合分けは、図の1乃至4の4通りが考えられる。このうち1と2は、DSVビットが“1”の場合（図18のステップS133）に対応する。3と4は、DSVビットが“0”で、その直後のビットを反

転した場合（図13のステップS134、S135）に対応する。なお、3と4は、ステップS152（ステップS127）に対応し、LBIが変更された場合を示す。

【0130】ステップS157で、DSVビットが“1”であると判定された場合、すなわち、図22の1または2に対応する場合、区間DSV計算部12は、ステップS158に進み、LBIが1か否か（0）かの判定を行う。LBIが1ではないと判定された場合、区間DSV計算部12は、ステップS159に進み、DSVビット、直前の累積DSV、および区間DSVから累積DSVを計算する。これは、図22の1の場合に対応し、区間DSV計算部12はまず、前区間までの累積DSVに+1（DSVビットのDSV）を加算する。そして、これより区間DSV（反転で符号が変わるため）を減算（反転で符号が変わるため）する。

【0131】LBIが1であると判定された場合、区間DSV計算部12はステップS160に進み、DSVビット、直前の累積DSV、および区間DSVから累積DSVを計算する。これは、図22の2の場合に対応し、区間DSV計算部12はまず、前区間までの累積DSVに-1（DSVビットのDSV）を加算する。そして、これより区間DSVを減算（反転で符号が変わるため）する。

【0132】ステップS157で、DSVビットが“1”ではない（“0”+ビット反転）の場合である）と判定された場合（図22の3と4に対応する）、区間DSV計算部12はステップS161に進み、LBIが1か否かの判定を行う。

【0133】LBIが1であると判定された場合、区間DSV計算部12はステップS162に進み、DSVビット、直前の累積DSV、および区間DSVから累積DSVを計算する。これは、図22の3の場合に対応し、区間DSV計算部12はまず、前区間までの累積DSVに+2を加算する。これは、前区間の最後の1ビットのDSVが（エッジデータが“0”から“1”に変換されたため）-1から+1に変わるからである。そして区間DSV計算部12は、これに+1（DSVビットのDSV）を加算する。そしてさらに区間DSV計算部12は、これより区間DSVを減算（反転で符号が変わるため）する。

【0134】LBIが1ではないと判定された場合、区間DSV計算部12はステップS163に進み、DSVビット、直前の累積DSV、および区間DSVから累積DSVを計算する。これはすなわち、図22の4の場合に対応し、区間DSV計算部12はまず、前区間までの累積DSVに-2を加算する。これは、前区間の最後の1ビットのDSVが（エッジデータが“0”から“1”に変換されたため）+1から-1に変わるからである。そして区間DSV計算部12は、これに-1（DSVビットのDSV）を加算する。そしてさらに区間DSV計算部12は、これより区間DSVを減算（反転で符号が変わるため）する。

【0135】ステップS155、S156、S159、S160、S162、またはS163の処理が終了する



(16)

特開平11-177430

29

30

と、ステップS164に進み、区間DSV計算部12は、NRZIデータの区間の最後のビットをLBIに記憶する。区間DSV計算部12は、ステップS165で、区間の最後のビット（エッジビット）をNRZIデータの区間の最後のビットとは別に記憶する。

【0136】以上の例においては、 $d=1$ における1ビットでのDSV制御は、不完全ではあるが、より多く行われることになる。また、反転と非反転の発生頻度はおよそ1対1であるので、この場合の完全DSV制御ビットは約1.5ビットとなり、また最大ランの増加も+1までに抑制することができる。

【0137】なおこのとき、最小ランは守られているが、最大ランは+1増加する。

【0138】図29は、本発明を適用した復調装置の要部の回路構成を示すブロック図である。

【0139】ディスク16から再生され、2値化されたレベル符号からなる記録符号列は、NRZI復調部32に供給される。NRZI復調部32は、供給された、レベル符号からなる記録符号列をNRZI復調して、DSVビット判定部33およびDSVビット除去部34に供給する。DSVビット判定部33は、供給されたチャネルビット列より同期信号を検出し、検出結果に基づいてDSVビット除去部34を制御する。DSVビット除去部34は、NRZI復調部32より供給されたチャネルビット列から、DSVビット判定部33からの制御のもと、所定の規則に従いDSVビットを除去して元のチャネルビット列を再生し、復調部35に供給する。復調部35は、供給されたチャネルビット列を復調し、元のデータ列を出力する。

【0140】図23の復調装置の、最小ラン $d=1$ における、1ビットおよび2ビットの2種類のDSVビットを除去する場合の動作を図24のフローチャートを参照して説明する。

【0141】最初にステップS181において、DSVビット判定部33は、NRZI復調部32から供給された符号列の同期信号を検出する。DSVビット判定部33は、S182で内蔵するカウンタをリセットする。DSVビット判定部33はステップS183で、供給されたビット列のビットをカウントする。DSVビット判定部33はステップS184で、ビットのカウント値が72ビットに達したか否かの判定を行う。ビットのカウント値が72ビットに達していないと判定された場合は、ステップS183に戻り、DSVビット判定部33は同様の動作を繰り返す。

【0142】このようにして、DSVビット判定部33は、図7のステップS2、S3で区切られた各区間を判定することができる。すなわち、DSVビット判定部33は、DSVビットの挿入位置を判定することができる。

【0143】ビットのカウント値が72ビットに達したと判定された場合、ステップS185に進み、DSVビット判定部33は、図1の復調装置により、図8に示すよう

にしてDSV制御された各区間のビット列から、DSVビット除去部34にビットを除去させ、元のビット列を再生するために、挿入されたDSVビットの判定を図25に示すように行う。

【0144】図25は、DSVビット判定部33がDSVビットを判定する場合に従う規則を示す。すなわち、挿入されたDSVビットを除去するとき、DSVビット判定部33は、挿入されたのが1ビットまたは2ビットの2種類のDSVビットのいずれであるかを判定するために、DSV制御を行った所定のチャネルビット列の最後の1ビット（各区間の72ビット目）と、その次の2ビットの合計3ビットを参照する。この3ビットの組合せ、およびビット除去の規則は、最小ラン $d=1$ であるから、以下の5通りがある。

【0145】すなわち、1に示す、DSVビットの挿入位置の直前のビットが“0”で、次の2ビットが“00”の場合（図8の非反転の1に対応する）は、挿入されたDSVビットは1ビットとし、これを除去する。2に示す、DSVビットの挿入位置の直前のビットが“0”で、次の2ビットが“01”の場合（図8の非反転の3に対応する）は、DSVビットは1ビットとし、これを除去する。3に示す、DSVビットの挿入位置の直前のビットが“0”で、次の2ビットが“10”の場合（図8の反転の1と3に対応する）は、DSVビットは2ビットとし、これを除去する。

【0146】4に示す、DSVビットの挿入位置の直前のビットが“1”で、次の2ビットが“00”の場合（図8の非反転の2に対応する）は、DSVビットは1ビットとし、これを除去する。5に示す、DSVビットの挿入位置の直前のビットが“1”で、次の2ビットが“01”の場合（図8の反転の2に対応する）は、DSVビットは2ビットとし、これを除去する。

【0147】以上の5通りで、図8に示した、1ビットまたは2ビットでのDSV制御は全ての場合が網羅されている。

【0148】DSVビット除去部34は、DSVビット判定部33が行った上記の判定に基づき、DSVビットを除去する。その結果、DSVビットが除去された後のビット列はそれぞれ図25の下示ようになる。なお、“—”はビットが除去されたことを表す。

【0149】以上の規則に従って、DSVビット判定部33は、ステップS185で除去するDSVビットを判定する。そして、ステップS186において、DSVビット判定部33は、除去するDSVビットのビット数が1ビットか否かの判定を行う。1ビットであると判定された場合（図25の1、2、または4に対応する）は、ステップS187に進み、DSVビット除去部34は、DSVビットとして判定された1ビットを除去する。1ビットではない（2ビット）と判定された場合（図25の3と5に対応する）は、ステップS188に進み、DSVビット除去部

(17)

特開平11-177430

31

32

34は、DSVビットとして判定された2ビットを除去する。

【0150】ステップ187またはステップS188の処理が終了した後、ステップS189で、まだ処理データが終了していないと判定されれば、ステップS182に戻り、DSVビット判定部33およびDSVビット除去部34は、次に続くチャネルビット列に対しても同様の動作を繰り返す。

【0151】このようにして、長さが1ビットまたは2ビットのDSVビットの判定および除去は、DSVビット判定部33およびDSVビット除去部34により、間違えることなく行われる。

【0152】次に、本発明の復調装置の、最小ランd=1における、1ビットのDSVビットを除去する場合であって、直後の1ビットを変換した場合の動作を図26のフローチャートを参照して説明する。

【0153】ステップS201乃至S204における処理は、図24のステップS181乃至S184における処理と同様であるので、その説明は省略する。DSVビット判定部33はステップS205で、図1の復調装置により、図15に示すようにしてDSV制御された各区間のビット列から、DSVビット除去部34にビットを除去させ、元のビット列を再生するために、挿入または変換されたDSVビットの判定を図27に示すようにして行う。

【0154】図27は、DSVビット判定部33がDSVビットを判定する場合に従う規則を示す。すなわち、挿入されたDSVビットを除去するとき、DSVビット判定部33は、1ビットのDSVビットを除去するために、DSV制御を行った所定のチャネルビット列の最後の1ビットと、その次の2ビットの合計3ビットを参照する。この3ビットの組合せ、およびビット除去の規則は、最小ランd=1であるから、以下の5通りがある。

【0155】すなわち、1に示す、DSVビットの挿入位置の直前のビットが"0"で、次の2ビットが"00"の場合(図15の非反転の1に対応する)は、次の2ビットの最初のビットがDSVビットであるとして、これを除去する。2に示す、DSVビットの挿入位置の直前のビットが"0"で、次の2ビットが"01"の場合(図15の非反転の4に対応する)は、次の2ビットの最初のビットがDSVビットであるとして、これを除去する。3に示す、DSVビットの挿入位置の直前のビットが"0"で、次の2ビットが"10"の場合(図15の反転の1に対応する)は、次の2ビットの最初のビットがDSVビットであるとして、これを除去する。

【0156】4に示す、DSVビットの挿入位置の直前のビットが"1"で、次の2ビットが"00"の場合(図15の非反転の2と3に対応する)は、次の2ビットの最初のビットがDSVビットであるとして、これを除去する。5に示す、DSVビットの挿入位置の直前のビットが"1"で、次の2ビットが"01"の場合(図15の

反転の2に対応する)は、次の2ビットの最初のビットがDSVビットであるとして、これを除去する。

【0157】以上の5通りで、図15に示した、1ビットでのDSV制御は全ての場合が網羅されている。

【0158】DSVビット除去部34は、DSVビット判定部33が行った上記の判定に基づき、ステップS206でDSVビットを除去する。その結果、DSVビットが除去された後のビット列はそれぞれ図27の下に示すようになる。なお、"ー"はビットが除去されたことを表す。そして、5の場合は、さらに、最小ランを守るため、特別処理が行われる。すなわち、ステップS207で、DSVビット判定部33は、DSVビット除去により"1"が連続する(最小ランが守られない)か否かの判定を行う。

【0159】図28は、図27の5の場合に行われる特別処理を示す図である。DSVビット除去部34は、連続する"1"のうち後の方、すなわち、除去したDSVビットの直後のビットを"0"に変換する。

【0160】ステップS207で、"1"が連続する(最小ランが守られない)と判定された場合、DSVビット判定部33はステップS208に進み、以上の規則に従って、連続する"1"のうち、除去したDSVビットの直後の1ビットを"0"に変換する。

【0161】ステップS207で、"1"が連続しない(最小ランが守られている)と判定された場合、DSVビット判定部33およびDSVビット除去部34はステップS209に進む。また、ステップS208の処理が終了した後、DSVビット判定部33およびDSVビット除去部34はステップS209に進む。DSVビット判定部33およびDSVビット除去部34はステップS209で、処理データが終了したか否かの判定を行う。処理データが終了であると判定された場合、DSVビット判定部33およびDSVビット除去部34は、DSVビットの除去処理を終了する。処理データがまだ終了していないと判定された場合、ステップS202に戻り、DSVビット判定部33およびDSVビット除去部34は、所定の全チャネルビット列に対する処理が終了するまで同様の処理を繰り返す。

【0162】このようにして、長さが1ビットのDSVビットの判定および除去(除去したDSVビットの直後の1ビットを変換する場合を含む)は、DSVビット判定部33およびDSVビット除去部34により、間違えることなく行われる。

【0163】次に、本発明の復調装置の、最小ランd=1における、1ビットのDSVビットを除去する場合であって、直前の1ビットを変換した場合の動作を図29のフローチャートを参照して説明する。

【0164】ステップS221乃至S224における処理は、図26のステップS201乃至S204における処理と同様であるので、その説明は省略する。DSVビット判定部33はステップS225で、図1の復調装置により、図20に示すようにしてDSV制御された各区間の

(18)

特開平11-177430

33

ビット列から、DSVビット除去部34にビットを除去させ、元のビット列を再生するために、挿入または交換されたDSVビットの判定を図30に示すようにして行う。

【0165】図30は、DSVビット判定部33がDSVビットを判定する場合に従う規則を示す。すなわち、挿入されたDSVビットを除去するとき、DSVビット判定部33は、1ビットのDSVビットを除去するために、DSV制御を行った所定のチャネルビット列の最後の1ビットと、その次の2ビットの合計3ビットを参照する。この3ビットの組合せ、およびDSVビット除去の規則は、最小ラン $d=1$ であるから、以下の5通りがある。

【0166】すなわち、1に示す、DSVビットの挿入位置の直前のビットが“0”で、次の2ビットが“00”の場合（図20の非反転の1に対応する）は、次の2ビットの最初のビットがDSVビットであるとして、これを除去する。2に示す、DSVビットの挿入位置の直前のビットが“0”で、次の2ビットが“01”の場合（図20の非反転の3と4に対応する）は、次の2ビットの最初のビットがDSVビットであるとして、これを除去する。3に示す、DSVビットの挿入位置の直前のビットが“0”で、次の2ビットが“10”の場合（図20の反転の1に対応する）は、次の2ビットの最初のビットがDSVビットであるとして、これを除去する。

【0167】4に示す、DSVビットの挿入位置の直前のビットが“1”で、次の2ビットが“00”の場合（図20の非反転の2に対応する）は、次の2ビットの最初のビットがDSVビットであるとして、これを除去する。5に示す、DSVビットの挿入位置の直前のビットが“1”で、次の2ビットが“01”の場合（図20の反転の3に対応する）は、次の2ビットの最初のビットがDSVビットであるとして、これを除去する。

【0168】以上の5通りで、図20に示した、1ビットでのDSV制御は全ての場合が網羅されている。

【0169】DSVビット除去部34は、DSVビット判定部33が行った上記の判定に基づき、ステップS226でDSVビットを除去する。その結果、DSVビットが除去された後のビット列はそれぞれ図30の下に示すようになる。なお、“-”はビットが除去されたことを表す。そして、5の場合は、さらに、最小ランを守るため、特別処理が行われる。すなわち、ステップS227で、DSVビット判定部33は、DSVビット除去により“1”が連続する（最小ランが守られない）か否かの判定を行う。

【0170】図31は、図30の5の場合に行われる特別処理を示す図である。DSVビット除去部34は、連続する“1”のうち前の方、すなわち、除去したDSVビットの直前のビットを“0”に変換する。

【0171】ステップS227で、“1”が連続する（最小ランが守られない）と判定された場合、DSVビット判定部33はステップS228に進み、以上の規則に従って、連続する“1”のうち、除去したDSVビットの

34

直前の1ビットを“0”に変換する。

【0172】ステップS227で、“1”が連続しない（最小ランが守られる）と判定された場合、DSVビット判定部33およびDSVビット除去部34はステップS229に進む。また、ステップS228の処理が終了した後、DSVビット判定部33およびDSVビット除去部34はステップS229に進む。DSVビット判定部33およびDSVビット除去部34はステップS229で、処理データが終了したか否かの判定を行う。処理が終了であると判定された場合、DSVビット判定部33およびDSVビット除去部34は、DSVビットの除去処理を終了する。処理が終了ではないと判定された場合、ステップS222に戻り、DSVビット判定部33およびDSVビット除去部34は、所定の全チャネルビット列に対する処理が終了するまで同様の処理を繰り返す。

【0173】このようにして、長さが1ビットのDSVビットの判定および除去（除去したDSVビットの直前の1ビットを変換する場合を含む）は、DSVビット判定部33およびDSVビット除去部34により、間違えることなく行われる。

【0174】なお、 $d=1$ における1ビットのDSVビットでDSV制御を行う場合およびこれを除去する場合を説明する場合に、DSVビットの直前ビットを変換する場合と、直後ビットを変換する場合とを場合分けしたのには以下の理由がある。すなわち、もしこの両者を同一の場合にあてはめて処理を行うと、DSVビットを除去してビット配列が“11”となった場合、DSVビット判定部33は、図27の5に対応する場合と判断して、図28の処理を行うのか、それとも図30の5に対応する場合と判断して、図31の処理を行うのかの判定が困難になってしまう。よって、一方の処理を行わないことにより、DSV制御による反転確率が下がることを許容してしまうことになるが、完全な復調を行うことを優先して、変換ビットは、直前または直後のどちらか一方から選択するようにした。

【0175】次に、本発明の変調装置および復調装置に対する、シミュレーション結果を述べる。任意のランダムデータから、最小ラン $d=1$ 、最大 $k=7$ である（ $d, k$ ）=（1, 7）符号を発生させ、それに対して30チャネルビットの間隔でDSVビットを挿入した時の結果を示す。発生させたチャネルビット数は、1,499,970ビットである。発生した最小ランは2Tで、最大ランは8Tであった。

【0176】まず、DSVビットを挿入する前の、NRZI化（レベル符号化）した時のH（+1）とL（-1）の加算結果は、

H: 750,308ビット、L: 749,662ビットとなり、Hが646ビット多くになっている。これはDSV成分として646ビット持っている（DSVが+646である）ことを示しており、DSV制御をしていない状態を

(19)

特開平11-177430

35

36

示している。

【0177】そして、DSV制御を30チャンネルビット列で行い、かつ、DSV制御1回につき、DSVビットを1ビットまたは2ビットとした時の結果としては、1,499,970ビット/30=49,999回DSV制御が行われており、トータルで1,570,435ビットとなった。発生した最小ランは2Tで、最大ランは9Tであった。最大ランはDSV制御する前と比べて+1増加した。

※【0178】DSVビットを挿入する前の、NRZI化(レベル符号化)した時のH(+1)とし(-1)の加算結果は、  
H:785,217ビット、L:785,218ビットとなり、Lが1ビット多くなるにすぎない。従ってDSV制御されていることになる。また、平均のDSVビットは、

$$\begin{aligned} & \text{※【0179】} \\ & (1,570,435 - 1,499,970) / 49,999 \\ & = 70,465 / 49,999 \\ & = 1.409 \end{aligned}$$

【0180】すなわち約1.4ビットで完全なDSV制御が行われていることが示された。また、これよりDSVビットを除去し、元のチャンネルビット列になることを確認した。

【0181】さらに、DSV制御を30チャンネルビット列で行い、かつ、DSV制御1回につき、DSVビットを1ビットで行った時の結果は、1,499,970ビット/30=49,999回DSV制御が行われており、トータルで1,549,969ビット(=1,499,970+49,999)となった。発生した最小ランは2Tで、最大ランは9Tであった。最大ランはDSV制御する前と比べて+1増加した。

【0182】そして、DSVビットを挿入する前の、NRZI化(レベル符号化)した時のH(+1)とし(-1)の加算結果は、

H:774,986ビット、L:774,983ビットとなり、Hが3ビット多くなるにすぎない。従ってDSV制御されていることになる。

【0183】さらにこの場合において、DSV制御による反転が行われた割合を解析する。DSVビットは49,999回入っているが、一番最後のビットは仮に挿入されたビットであり、直後のビット列のDSV制御が行われない。従ってこれを省いて、49,998回のDSV制御の、挿入される直前直後のビットの様子を見ると以下になる。

【0184】

1. ...0 0... の場合: 19,476 39%
2. ...1 0... の場合: 15,667 31%
3. ...0 1... の場合: 14,855 30%

【0185】すなわち、図28、図30に示したような、特別な直前あるいは直後ビットの処理が無い場合すなわち、上の表において、1のみ反転可能のときは、約40%が反転可能なビットとなる。そして特別なビット処理を行ったときを考え、再び挿入される直前直後のさらに多くのビットを見て分類すると、以下のようになる。

【0186】

1. ...0 0... の場合: 19,476 39%
- 2'. ...1 0 0... の場合: 9,311 18%

※2'. ...1 0 1... の場合: 6,356 13%

3. ...0 1... の場合: 14,855 30%

【0187】すなわち、本方法によるDSV制御を行ったとき、反転可能なときである1および2'の数字を合計して、合計57%のDSV制御が行われていることになる。また、これよりDSVビットを除去し、元のチャンネルビット列になることを確認した。

【0188】以上より、本発明の変調装置および復調装置によれば、DSV制御をDSVビットで行うにあたり、2ビットまたは1ビットのビット数で完全にDSV制御が行われていることが示された。理論的には1.5ビットで行われる。今回のシミュレーションでも1.4ビットであった。またそれによる最大ランの増加は+1にとどまった。そして、DSV制御のために挿入された、長さが2ビットまたは1ビットのDSVビットは、間違うことなく除去することができる。

【0189】また、本発明の変調装置および復調装置によれば、DSV制御をDSVビットで行うにあたって、完全でなくてもなるべく冗長ビットを減らすことを考えて、1ビットでDSV制御を行うことにしたとき、その直前あるいは直後ビットを利用して、反転可能なパターンを増やし、従来の40%から、60%弱にまで反転可能率を増加させていることが示された。またそれによる最大ランの増加は+1にとどまった。そして、DSV制御のために挿入された、長さが1ビットのDSVビットは、間違うことなく除去することができる。

【0190】なお、上記したような処理を行うコンピュータプログラムをユーザに提供する提供媒体としては、磁気ディスク、CD-ROM、固体メモリなどの記録媒体の他、ネットワーク、衛星などの通信媒体を利用することができる。

【0191】

【発明の効果】以上のように、請求項1に記載の変調装置、請求項10に記載の変調方法、および請求項11に記載の提供媒体によれば、少なくとも2種類のビット数のDSVビットのうちの所定のものを、所定の規則に従ってRLZ符号列に挿入するようにしたので、DSV制御が行われていないRLZ符号において、任意の間隔でDSVビットを挿入してDSV制御を行う場合に、最小ランを守りなが

(20)

特開平11-177430

37

38

ら、平均的に、より少ないビット数のDSVビットでDSV制御を行うことができる。そして、その記録符号列としては冗長ビット(DSVビット)の少ない、すなわち効率のよいDSV制御の行われた符号列を与えることができる。

【0192】また、請求項12に記載の復調装置、請求項19に記載の復調方法、および請求項20に記載の提供媒体によれば、変調された変調符号を復調し、復調されて出力された符号列から除去するDSVビットを、少なくとも2種類のビット数のDSVビットを用いて判定し、判定されたDSVビットを、所定の規則に従って符号列から除去するようにしたので、平均的に、より少ないビット数のDSVビットを挿入してDSV制御を行った符号を、確実に再生することができる。

【0193】また、請求項21に記載の変調装置、請求項29に記載の変調方法、および請求項30に記載の提供媒体によれば、dビットのビット数のDSVビットを、所定の規則に従ってRL符号列に挿入するようにしたので、最小ランを守りながら、完全ではないが、1ビットなるべく多くのDSV制御を行うことができる。そして、その記録符号列としては冗長ビット(DSVビット)の少ない、すなわち効率のよいDSV制御の行われた符号列を与えることができる。

【0194】また、請求項31に記載の復調装置、請求項36に記載の復調方法、および請求項37に記載の提供媒体によれば、変調された変調符号を復調し、復調されて出力された符号列から除去するDSVビットを、dビットのビット数のDSVビットを用いて判定し、判定されたDSVビットを、所定の規則に従って符号列から除去するようにしたので、dビットのビット数のDSVビットを挿入してDSV制御を行った符号を、確実に再生することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明を適用した変調装置の要部の回路構成を示すブロック図である。

【図2】図1の変調装置の動作原理の例を説明する図である。

【図3】図2の具体的な例を説明する図である。

【図4】図3のデータ、NRZIデータ、およびDSVの関係を示す図である。

【図5】DSVの極性の態様を示す図である。

【図6】図1の変調装置の動作の例を説明する図である。

【図7】図1の変調装置の動作の例を説明するフローチャートである。

【図8】図1の変調装置による、ビット配列の変化を示す図である。

【図9】図1の区間DSV計算部12の動作の例を説明するフローチャートである。

【図10】DSV制御が非反転の場合における、ビット列

のNRZI化による変化を示す図である。

【図11】DSV制御が反転の場合における、ビット列のNRZI化による変化を示す図である。

【図12】図1の変調装置の動作の他の例を示す図である。

【図13】図1の変調装置の動作の他の例を説明するフローチャートである。

【図14】図1のDSVビット挿入部14が従う規則の例を説明する図である。

【図15】DSV制御によるビット列の変化を示す図である。

【図16】図1の区間DSV計算部12の動作の他の例を説明するフローチャートである。

【図17】DSV制御が反転の場合における、ビット列のNRZI化による変化を示すさらに他の他の図である。

【図18】図1の変調装置の動作の他のさらに他の例を説明するフローチャートである。

【図19】図1のDSVビット挿入部14が従う規則の他の例を説明する図である。

【図20】DSV制御によるビット列の変化を示す他の図である。

【図21】図1の区間DSV計算部12の動作のさらに他の例を説明するフローチャートである。

【図22】DSV制御が反転の場合における、ビット列のNRZI化による変化を示す他の図である。

【図23】本発明を適用した復調装置の要部の回路構成を示すブロック図である。

【図24】図23の復調装置の動作の例を説明するフローチャートである。

【図25】図23のDSVビット判定部33が従う規則を説明する図である。

【図26】図23の復調装置の動作の他の例を説明するフローチャートである。

【図27】図23のDSVビット判定部33が従う他の規則を説明する図である。

【図28】変換ビットの復調の例を説明する図である。

【図29】図23の復調装置の動作のさらに他の例を説明するフローチャートである。

【図30】図23のDSVビット判定部33が従うさらに他の規則を説明する図である。

【図31】変換ビットの復調の他の例を説明する図である。

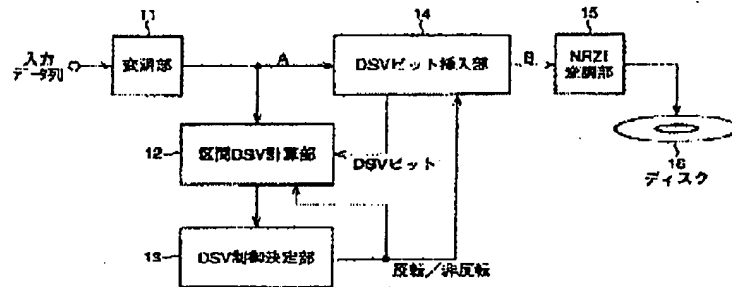
【符号の説明】

11 変調部、 12 区間DSV計算部、 13 DSV制御決定部、 14 DSVビット挿入部、 15 NRZI変調部、 16 ディスク、 32 NRZI復調部、 33 DSVビット判定部、 34 DSVビット除去部、 35 復調部

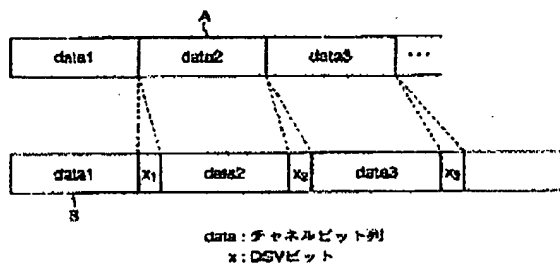
(21)

特開平11-177430

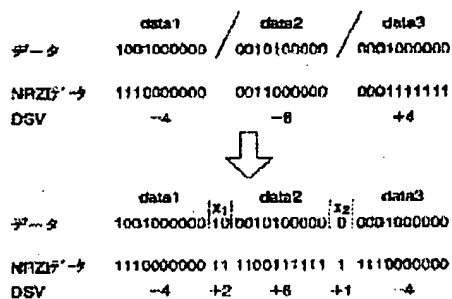
【図1】



【図2】



【図4】



【図3】



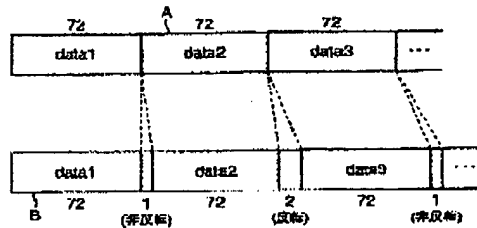
(22)

特開平11-177430

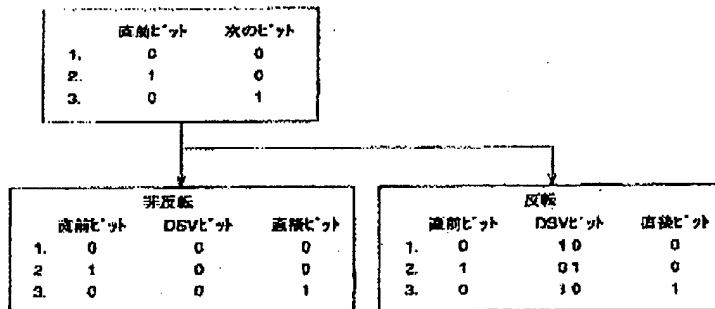
【図5】

NRZI化される前のdata: 0010100000  
 区間NRZI化: 直前 "0" → 0011000000 → -8  
 区間NRZI化: 直前 "1" → 1100111111 → +6  
 NRZI化される前のdata: 0001000000  
 区間NRZI化: 直前 "1" → 1110000000 → -4  
 区間NRZI化: 直前 "0" → 0001111111 → +4

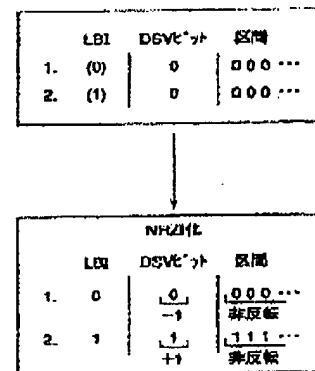
【図6】



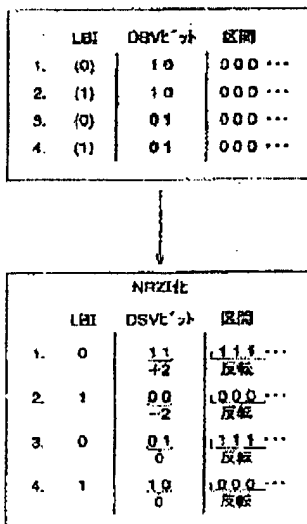
【図8】



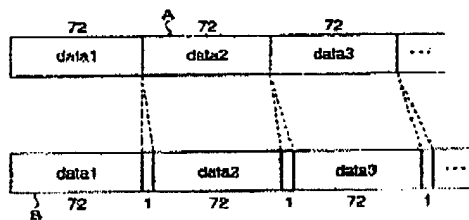
【図10】



【図11】



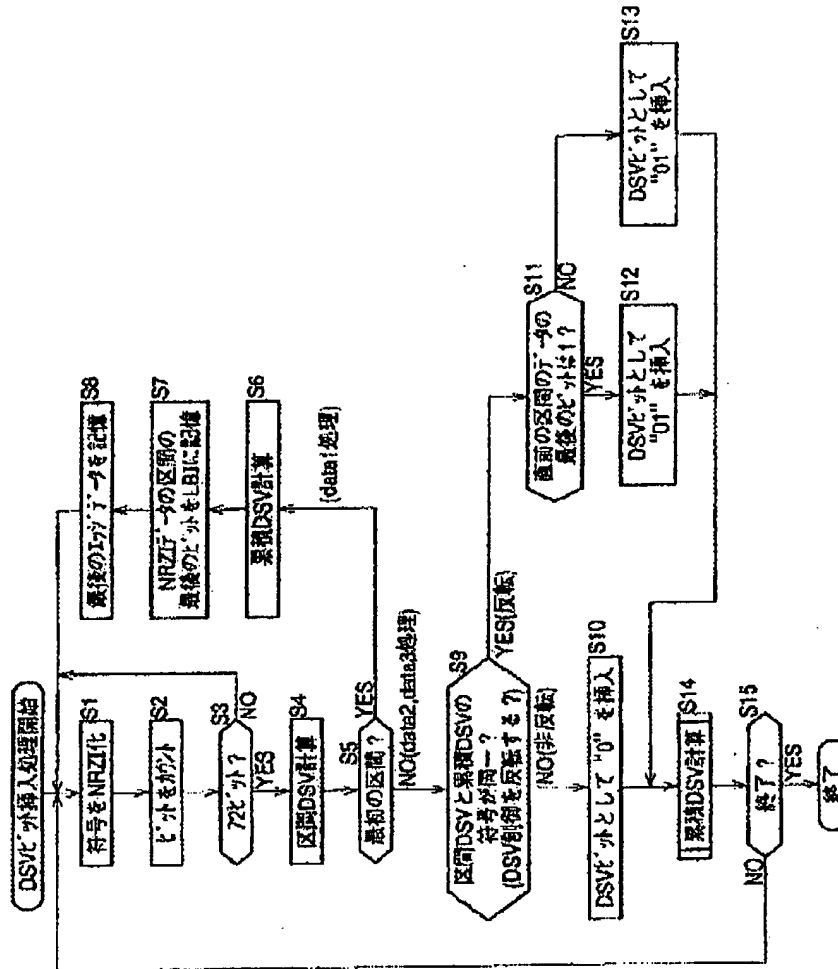
【図12】



(23)

特開平11-177430

【図7】

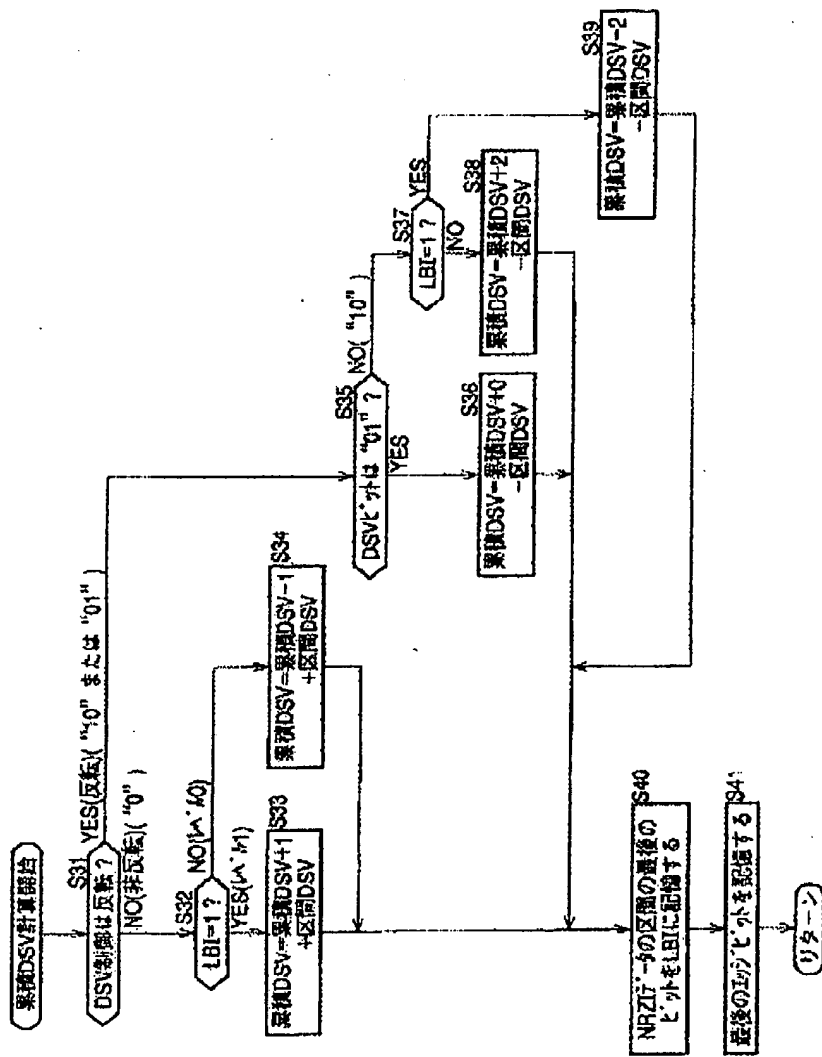




(24)

特開平11-177430

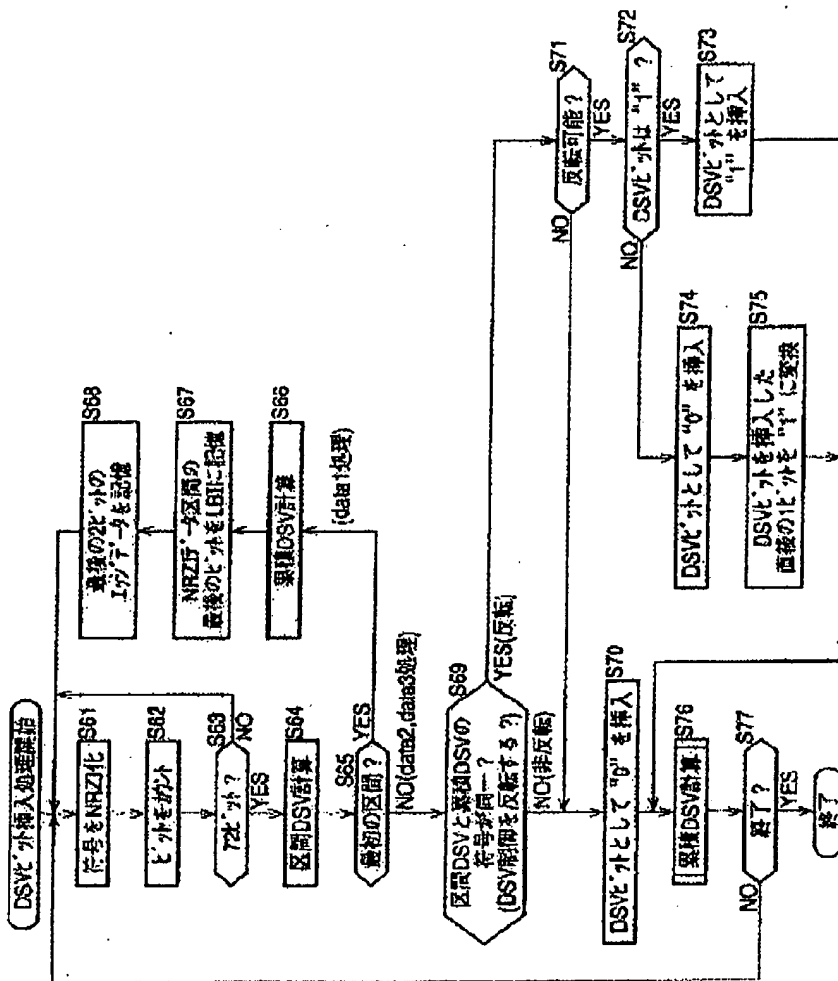
【図9】



(25)

特開平11-177430

【図13】



(26)

特開平11-177430

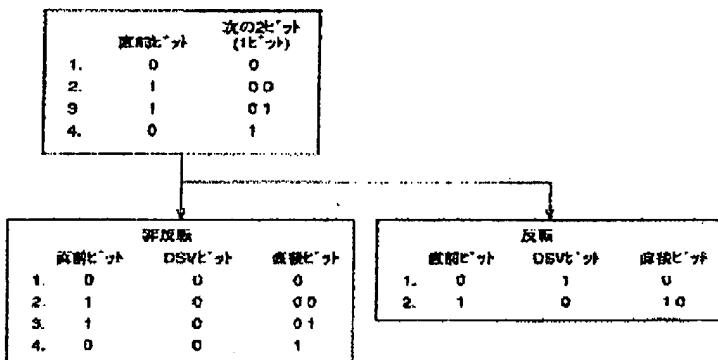
【図14】

1ビット挿入					
直前ビット	次の2ビット (1ビット)		挿入		反転
1. 0	0	→ 0	1	0	可能
2. 1	00	→ 1	0	10	可能
				↓ 変換	
3. 1	01	→ 1	0	01	不可能
4. 0	1	→ 0	0	1	不可能

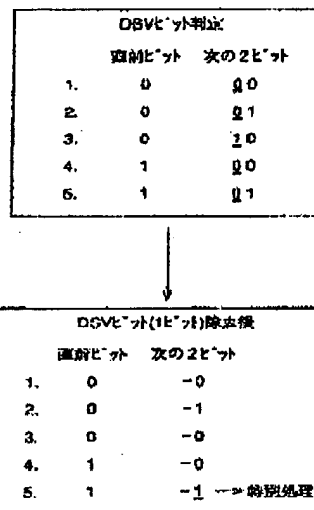
【図19】

1ビット挿入						
	直前2ビット (1ビット)	次の1ビット		挿入		反転
1.	0	0	→ 0	1	0	可能
2.	1	0	→ 1	0	0	不可能
3.	00	1	→ 01	0	1	可能
4.	10	1	→ 10	0	1	不可能

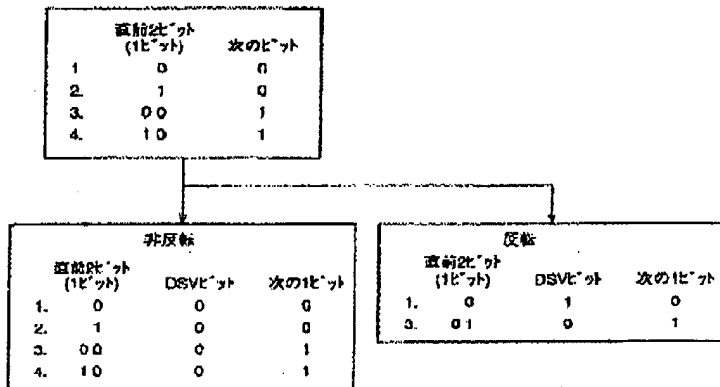
【図15】



【図27】



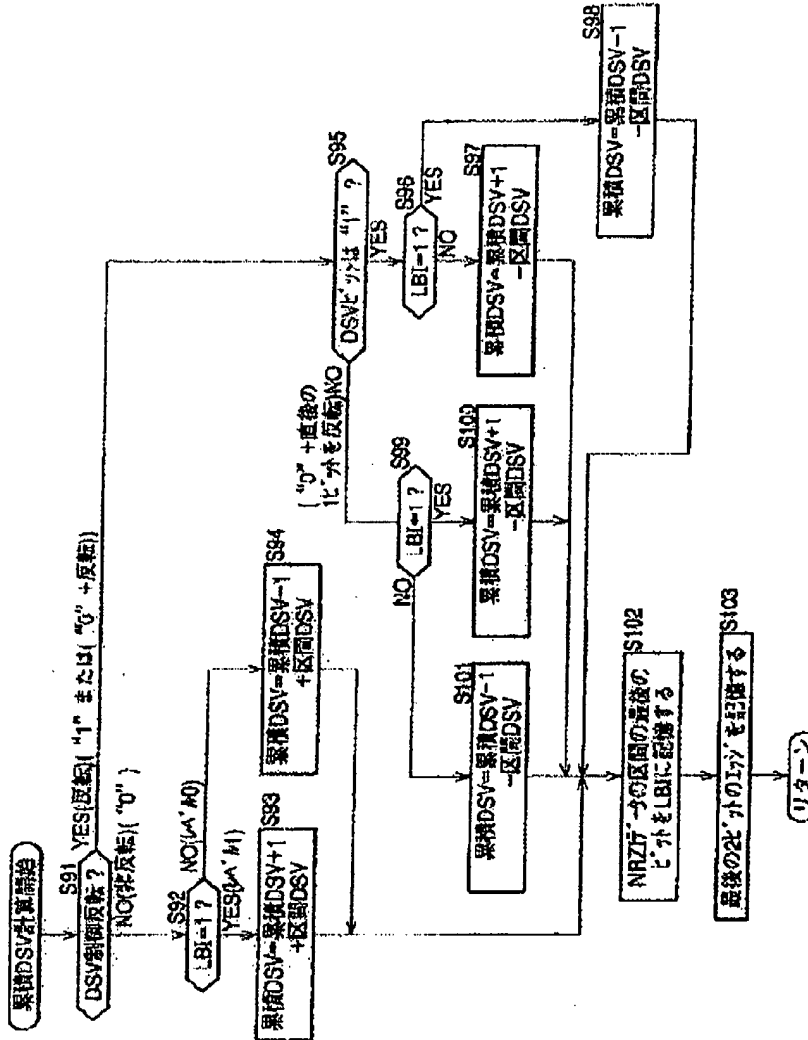
【図20】



(27)

特開平11-177430

【図16】



(28)

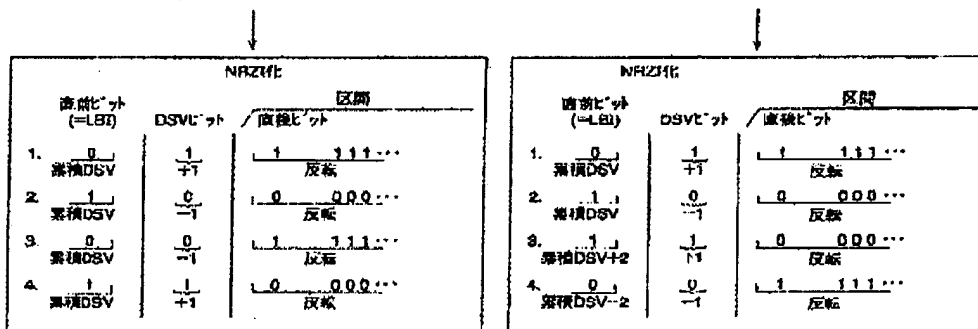
特開平11-177430

【図17】

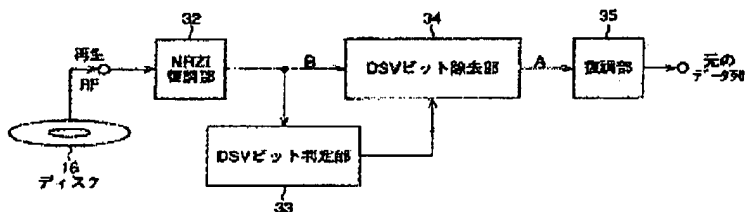
直前ビット	LBI	DSVビット	区間	直後ビット
1. 0	(0)	1	0	000 ...
2. 0	(1)	1	0	000 ...
3. 1	(0)	0	0→1	000 ...
4. 1	(1)	0	0→1	000 ...

【図22】

直前ビット	LBI	DSVビット	区間	直後ビット
1. 0	(0)	1	0	000 ...
2. 0	(1)	1	0	000 ...
3. 0→1	(0)→(1)	0	1	000 ...
4. 0→1	(1)→(0)	0	1	000 ...



【図23】



【図30】

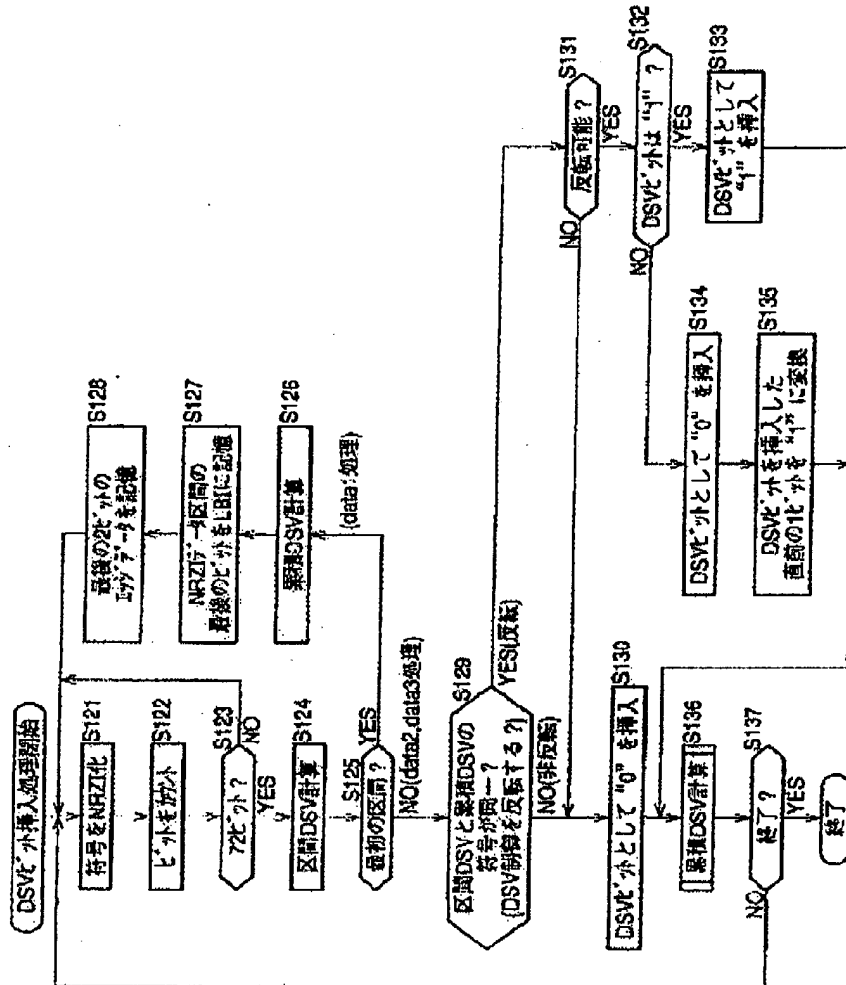
DSVビット判定		
直前ビット	次の2ビット	
1. 0	00	
2. 0	01	
3. 0	10	
4. 1	00	
5. 1	01	

DSVビット(1ビット)除去後		
直前ビット	次の2ビット	
1. 0	00	
2. 0	01	
3. 0	10	
4. 1	00	
5. 1	01	
特別処理		

(29)

特開平11-177430

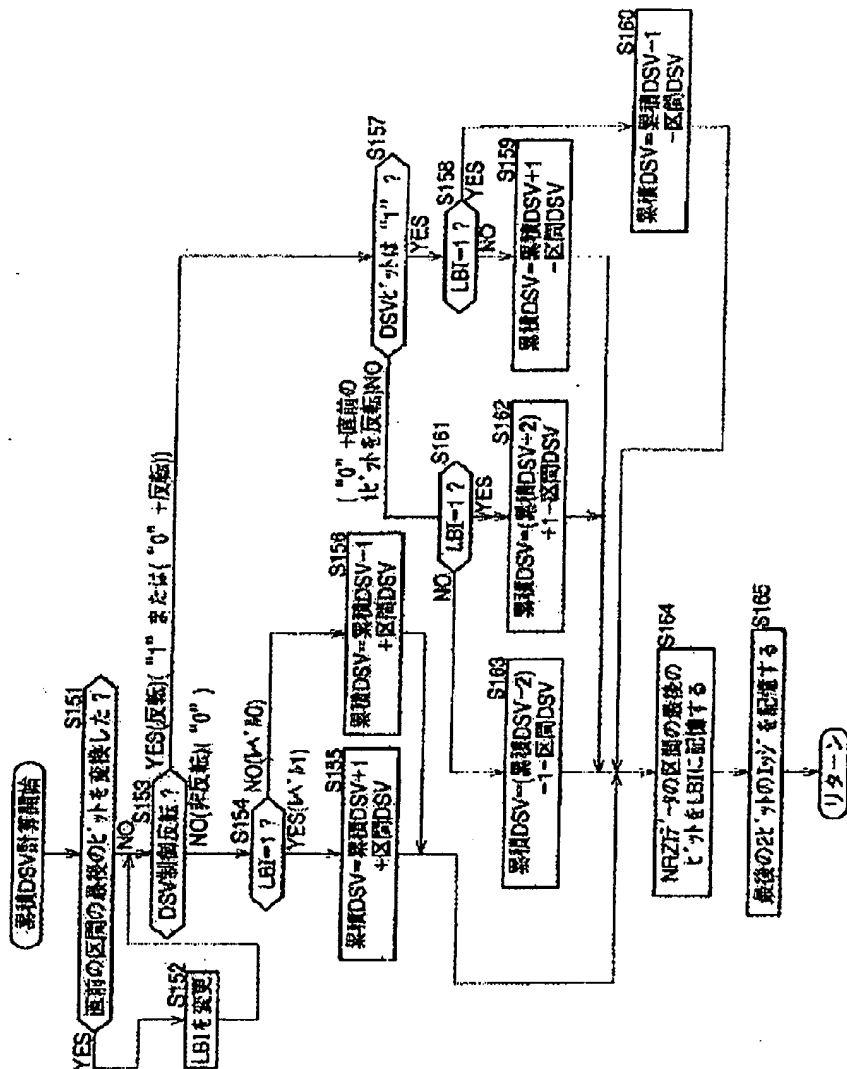
【図18】



(30)

特開平11-177430

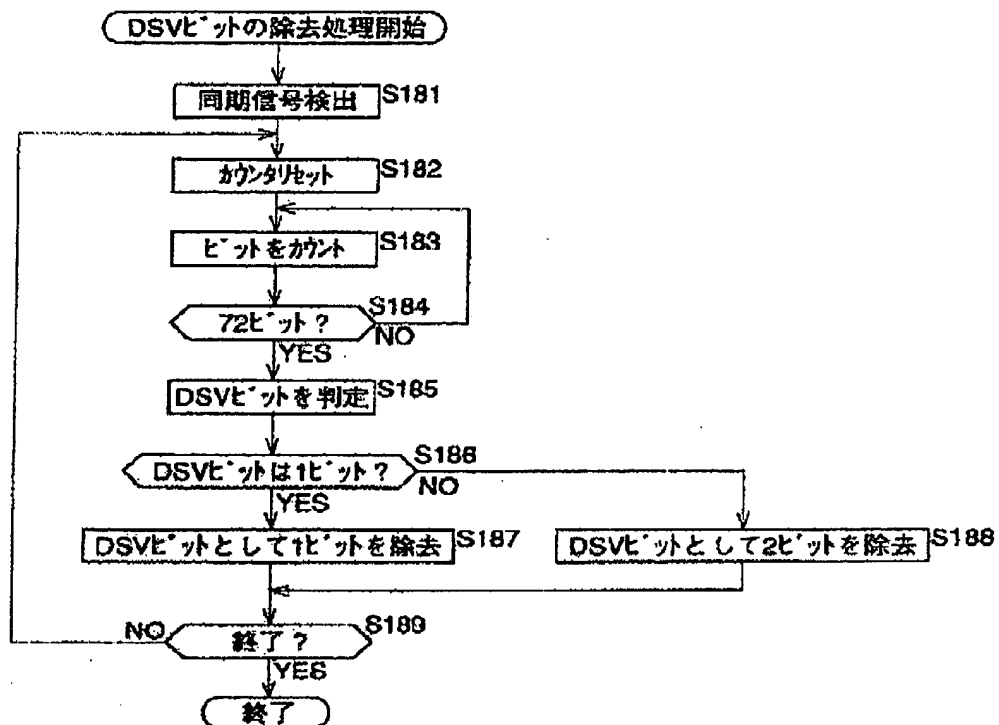
【図21】



(31)

特開平11 177430

【図24】





(32)

特開平11-177430

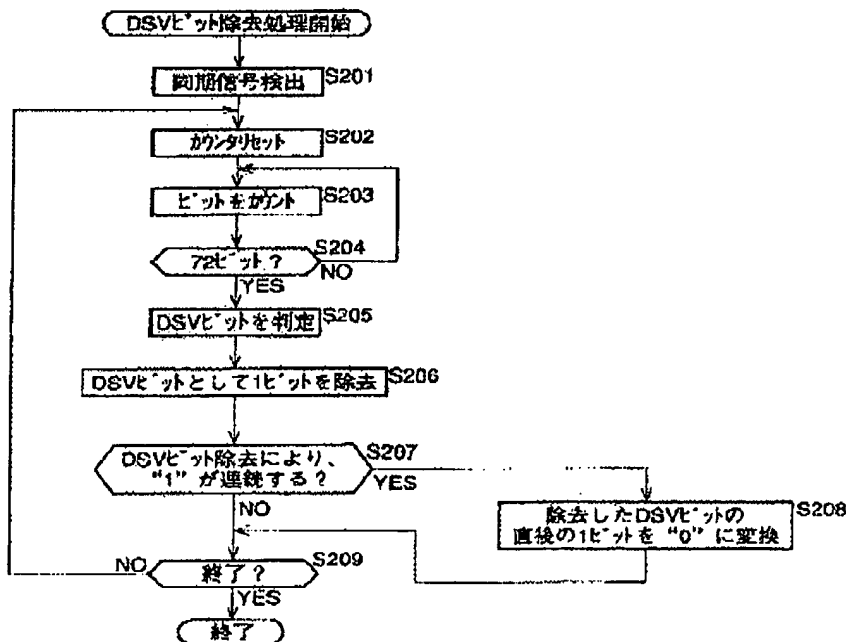
【図25】

DSVビットを判定				
	直前ビット	次の2ビット		DSVビット数
1.	0	00	...	1
2.	0	01	...	1
3.	0	10	...	2
4.	1	00	...	↑
5.	1	01		2

↓ DSVビットを除去

DSVビット除去後		
	直前ビット	次の2ビット
1.	0	-0
2.	0	-1
3.	0	---
4.	1	-0
5.	1	--

【図26】



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☒ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**